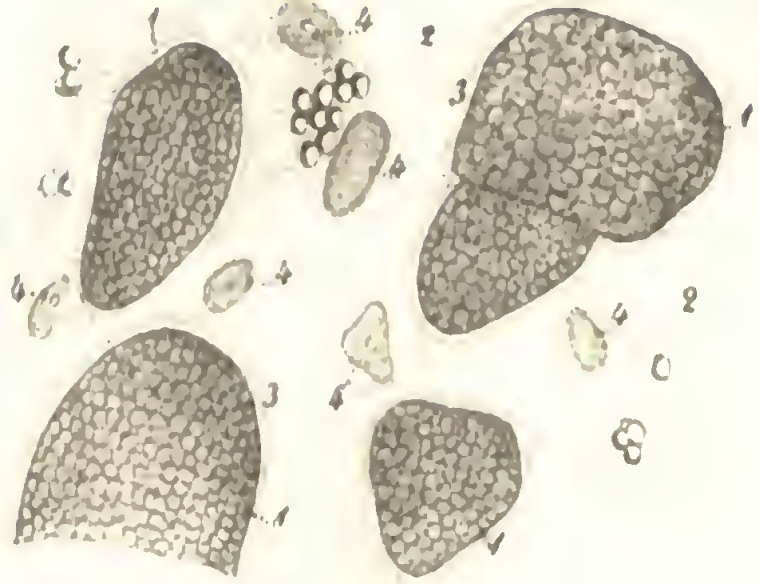


Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie

Gerrit Jan Mulder, Hermann Kolbe

THE [illegible] ERTY OF
Hahnemann [illegible] Davis [illegible]

Donated by
Lilienthal Estate

MEDICAL SCHOOL
LIBRARY

SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII

EX LIBRIS

147

Allgemeine

physiologische Chemie.

Verſuch

einer allgemeinen

phyſiologiſchen Chemie,

von

G. J. Mulder,
Profeſſor an der Univerſität zu Utrecht.

Mit

eigenen Zuſätzen des Verfaſſers

für

dieſe deutſche Ausgabe ſeines Werkes.

Mit 8 colorirten und 12 ſchwarzen Kupfertafeln.

Erſte Hälfte.

Braunſchweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844—51.

R

QH 345
M 95 K
1844-
1851

An den Herrn J. J. Berzelius.

Ist es ein großes Vergnügen, dankbar sein zu können, so ist es ein solches für mich gewiß, wenn ich bedenke, wie viel ich Ihnen schuldig bin, Ihnen, dem scharfsinnigen Untersucher, Ihnen, dem tiefen Erforscher der Geheimnisse der Natur, Ihnen, dem Begründer der Chemie. Als Kind in der Wissenschaft haben Sie mich aufgenommen, mir Muth *gegeben*, mir Rath ertheilt; als ich heranwuchs, haben Sie, mein bester Führer, mir den Weg gezeigt, den ich einschlagen mußte, um die Wahrheit aufzusuchen, Wahrheit von einer höheren Ordnung, für Menschen erreichbare Wahrheit, obgleich sie, wie alles Gute, göttlicher Abkunft ist. Ja, als ob das Maaß Ihrer Güte gegen mich unerschöpflich wäre, sogar meine persönlichen Interessen, meine Stellung zum Leben und der Gesellschaft, wurden ohne mein Wissen von Ihnen geschützt und aufs Kräftigste gefördert.

Glauben Sie mir, das schöne Gefühl der Dankbarkeit wird mir doppelt schön, wenn ich Ihnen dankbar sein kann.

13554

Iſt Ihre Sorgfalt für mich eine väterliche geweſen, ſo iſt mein Dank der eines Kindes, welches die Wohlthaten anerkennt, welche es reichlich und milde genoſſen hat.

Bei der Herausgabe dieſes Verſuchs einer phyſiologiſchen Chemie war es mir ein Bedürfniß, von dieſer Dankbarkeit gegen Sie öffentlich Kunde abzulegen. Nehmen Sie dieſen Verſuch an, ſo wie Sie Alles von mir angenommen haben, wohlwollend und geneigt. Iſt etwas Gutes darin, ſo gehört es Ihnen an; denn Sie haben mich in der Wiſſenſchaft erzogen, an deren Spitze Sie ein Jeder ohne Bedenken ſtellt. Und wenn Ihr ſcharfes Auge Mängel entdeckt, wie ich weiß, daß Sie ſie entdecken werden, weiſen Sie mich zurecht, gleichwie Sie es immer gethan haben.

Ihr theures Leben bleibe noch lange, was es bis heute war, ein Segen für dieſes Jahrhundert und die Zukunft.

Utrecht, im April 1843.

G. J. Mulder.

Vorrede.

Es ist in der letzten Zeit ein reges Bestreben bei den Naturforschern erwacht, über die Eigenthümlichkeiten und Vorgänge in den organischen Reichen der Natur einiges Licht zu verbreiten. Die Anstrengungen, welche in dieser Beziehung gemacht wurden, konnten bisher nur mit einem mangelhaften Erfolge gekrönt sein, in einer Zeit, in welcher das Maaß der Kenntnisse noch gering, die Zahl der Thatsachen noch beschränkt, die gegebenen Größen, um ein Ganzes zu bilden, noch unvollkommen sind. Eine solche wissenschaftliche Darstellung der Vorgänge in der Natur erfordert eine unabsehbare Reihe gut beobachteter und geordneter Thatsachen als Grundlagen, auf denen das Gebäude aufgeführt werden muß. Ohne dieselben wird es schwach und unvollkommen, mancher Theil desselben wird unvollendet bleiben müssen. Was an Thatsachen fehlt, ist durch nichts Anderes ohne Nachtheil für das Bauwerk zu ersetzen. Die schönsten Speculationen widerstehen der Zeit eben so wenig, als Karten-

häuſer; die ſcheinbar feſteſten Theorien werden durch eine einzige empiriſche Wahrheit oft umgeſtoßen. Nur das unbeſtreitbar Wahre, das heißt, was durch unbefangene Beobachtungen an's Licht gebracht iſt, hat bleibenden Werth in der Naturwiſſenſchaft.

Es leuchtet von ſelbſt ein, daß in einer Zeit, wo man anfängt, es zu wagen, einen Schleier zu lüften, den man bis dahin für den allerdichteſten hielt, der Erfolg vorerſt nur höchſt mangelhaft ſein kann. Die Lehre von den Erſcheinungen des Lebens hat man, was ihren dynamiſchen Theil betrifft, für außer dem Reich der menſchlichen Forſchung liegend gehalten und ſelbſt eine Bürgſchaft für ihre Großartigkeit darin zu finden geglaubt, daß der menſchliche Geiſt nichts davon begreife. Was die Entſtehung, die Entwickelung, das Wachsthum, die Verrichtungen der Pflanzen und Thiere betrifft, war, im Verhältniß zu den Grundurſachen der Wirkung, in einen dichten Nebel gehüllt. Kein Auge, glaubte man, ſei im Stande, dieſen zu durchdringen.

So denkt man indeſſen jetzt nicht mehr allgemein über das, was dahinter verborgen liegt. Aber während man kaum weiß, was man von demſelben zu erkennen hoffen darf, während man nur mit Mühe die Gränzen beſtimmt von dem, was wir *jetzt* wiſſen und was für *jetzt* noch unerreichbar iſt, wird doch Neues beobachtet, Neues

gefunden. Der unüberſehbare Schatz der Kenntniſſe, welche uns Licht geben über die in der ſogenannten unorganiſchen Natur thätigen Kräfte, iſt der Grund, auf dem man fortbaut; der Faden, an dem man ſich in der Dunkelheit feſthält, um vom ſichern Wege ſich nicht zu entfernen; der Führer, welcher keinen verläßt, noch verlaſſen kann. Man ſtrebt, ſich vom Einfachen zum Zuſammengeſetzten zu erheben; man bricht mit zögernder Hand die unabſehbare Scheidewand nieder, die zwiſchen dem Todten und Lebendigen in früheren Tagen aufgeführt worden, und während man ungefährdet da einen Verband aufzuſpüren ſucht, wo er wirklich beſteht, ſieht man über viele Verrichtungen des lebenden Organismus Licht aus dem Reiche aufgehen, welches früher das lebloſe genannt wurde.

Einen großen Schritt vorwärts hat man der ſich immer mehr und mehr verbreitenden Kenntniß von der Beſchaffenheit der Stoffe zu verdanken, aus denen die organiſche Natur beſteht. Dieſe Stoffe ſind der anorganiſchen Natur entnommen, ſind alſo lebloſe Stoffe. Aus keinen anderen, als dieſen, ſind Thiere und Pflanzen gebildet. Die Wirkungen dieſer Stoffe, die Erſcheinungen, welche ſie hervorbringen, ſind nach den Umſtänden verſchieden, in denen ſie ſich befinden. Ein Stoff, der leblos heißt, äußert keine Erſcheinungen des Lebens; ein Körper, der lebendig genannt wird, äußert diejenigen nicht, welche bei einem lebloſen ſtattgefunden haben würden. Aber das, was ſie nicht

äußern, entbehren ſie darum nicht; was ſie äußern, zeigen ſie nur, weil die Umſtände dieſe Erſcheinungen möglich machen oder bedingen.

So ſehr daher die belebten Organismen und lebloſen Körper immer verſchieden in der Art der Erſcheinung bleiben werden, ſo ſehr fällt die falſche Vorſtellung weg, daß der Stoff der belebten und lebloſen Natur nicht ganz und gar denſelben Geſetzen unterworfen ſein ſollte: und damit iſt auch die zwiſchen den Erſcheinungen der organiſchen und anorganiſchen Körper gezogene Gränzlinie inſofern aufgehoben, als beide nur von den verſchiedenen Umſtänden abhängen, unter denen derſelbe Stoff ſich befindet, mit denſelben Kräften verſehen, die nicht in ihrer Beſchaffenheit, ſondern in der Form ihres Auftretens verändert ſind.

Man iſt indeſſen noch weit davon entfernt, alle Erſcheinungen des Lebens von den allgemeinen Eigenſchaften der bekannten Stoffe und Kräfte ableiten zu können; im Gegentheil fehlt noch viel, ehe man zu ſolcher Einſicht gelangen wird.

In den folgenden Seiten wird der Leſer die Darlegung eines Verſuches finden, die allgemeine Lehre von den Erſcheinungen des Lebens aus den Kenntniſſen, welche wir bei lebloſen Körpern geſammelt, zu erklären. Sie bilden den Inhalt einiger Vorleſungen, die auf der Univerſität zu Ut-

recht gehalten wurden, und machen auf Vollständigkeit keinen Anspruch. Bei den Zuhörern dieser Vorträge wurde eine hinreichende Kenntniß von den allgemeinen chemischen Eigenschaften der Stoffe, von ihrer Beschaffenheit und gegenseitigen Einwirkung sowohl als von ihrer Zusammensetzung vorausgesetzt; und ebenfalls eine genügende Bekanntschaft mit den Verrichtungen der Pflanzen und Thiere, des Baues und der Zusammensetzung derselben.

Dieselbe Kenntniß wird auch beim Leser vorausgesetzt. Er erwarte hier weder Chemie, noch Naturgeschichte der Pflanzen oder Thiere, oder des Menschen zu finden. Die Zustände zu beobachten, unter denen die leblosen Stoffe sich befinden, wenn sie Bestandtheile der organischen Körper geworden, die Metamorphosen, die sie hierbei erleiden, und die Gesetze, denen sie folgen, hauptsächlich im Vergleich mit denen der anorganischen Natur, wird der Hauptzweck dieses Versuchs sein. Dabei werden nothwendig Entstehen und Entwickelung, Wachsen und Sterben der organischen Körper zur Sprache kommen müssen und alle diejenigen Funktionen angeführt werden, bei welchen ohne Widerrede ein Stoffwechsel stattfindet; die Verrichtungen, wovon dies noch nicht ausgemacht ist, gehören für jetzt noch nicht in das Gebiet der physiologischen Chemie.

Schließlich muß ich bemerken, daß ich, wo ich konnte, von Vorstellungen und Thatsachen, welche von Anderen be-

kannt gemacht worden ſind, die Quelle angeführt, daß ich aber nicht ängſtlich danach geſucht habe. Ich mache auf Priorität keinen Anſpruch; ein Jeder eigne ſich alſo zu, was ihm angehört.

Möge man dieſen Verſuch mit Nachſicht beurtheilen, er iſt keine Arbeit, in der eine ſtrenge Unterſuchung die Wahrheit vollkommen hervortreten laſſen kann; ſie macht auf nichts Anderes Anſpruch, als auf den Namen Verſuch; ein Ganzes in wiſſenſchaftlicher Darſtellung dieſes Zweiges der Naturforſchung erwarte man nach einigen Jahrhunderten.

Inhalt.

	Seite
Capitel I. Chemiſche und organiſche Kräfte	1
1. Chemiſche Kräfte	5
a. Beſtimmte Werthe der Kräfte, welche die Vereinigung bewirken. Scheinbare Unthätigkeit der Kräfte nach der Vereinigung	12
b. Chemiſche Wirkung äußert ſich nur in unmeßbaren Entfernungen. Polarität der Moleküle	19
c. Einfluß der Umſtände auf die chemiſchen Kräfte	24
d. Katalyſe; Moleküle in Bewegung	28
Geſtörtes chemiſches Gleichgewicht	39
2. Organiſche Kräfte	62
a. Zuſammenhang zwiſchen organiſchen und Molecularkräften	62
b. Entwickelung eines Keimes	79
c. Generatio aequivoca	73
d. Uebertragung der Lebenskraft	82
Capitel II. Anorganiſche, organiſche und organiſirte Körper, Pflanzen und Thiere	88
Binäre, ternäre Verbindungen	93
Juxtapoſition	95
Capitel III. Die Atmoſphäre in ihrem Verhältniß zur organiſirten Natur	97
Capitel IV. Das Waſſer im Verhältniß zur organiſirten Natur	126
Capitel V. Die Ackererde im Verhältniß zur organiſirten Natur	136
Capitel VI. Allgemeine organiſche Körper	188
Pflanzenzellenſtoff	191
Pflanzenzellenſtoff; Celluloſe	198
Incruſtirende Subſtanz	207
Stärkearten	214
Gewöhnliche Stärke	214
Moosſtärke	222
Amylumartiges Gewebe	222
Inulin	226
Dextrin und Gummi	231
Zucker	237

Seite

Pflanzenschleim und Pectin 244
Thierischer Schleim 248
Extractstoffe 249
Fette 251
Chlorophyll 272
Protein 300
Fibroin 328
Leimgebende Stoffe, Leim, Chondrin 330
Farbestoff des Blutes 344

Capitel VII. Bestandtheile des organischen Reichs mit eigenthümlichen Formen 361
Elementarformen der Organe 361
Endogene Zellenbildung 380
Exogene Zellenbildung 383
Theilung 384
Spontane Zellenbildung und Zellenvermehrung 386
Elementarformen unorganisirter Stoffe 388
Zusammenhang zwischen den Elementarformen der unorganisirten und der organisirten Körper 396
Unorganische Stoffe im organischen Reich 401
Pflanzengewebe 416
Bindemittel der Zellen 418
Pflanzenzellen 419
Ursprüngliche Zellenwand 425
Primordialschlauch, Ptychode 426
Zellenwand, aus Cellulose bestehend 430
Runde Merenchymzellen 438
Ovale Parenchymzellen 439
Eckige Parenchymzellen 440
Strahliges oder sternförmiges Parenchym 441
Spiralgefäße 442
Spiralfibern der Spiralgefäße 444
Mittlere und äußere Holzsubstanz 448
Ringförmige, netzförmig gestreifte, punktirte Gefäße . . . 451
Vasa reticulata 456
Vasa porosa 458
Verdickte Zellenwände 459
Verdickte und tüpfelförmige Zellenwände 460
Saftgefäße 465
Vasa lacticis 467
Milchführende Bastzellen 467
Chemische Natur der elementaren Bestandtheile des Stammes der Dykotyledonen 469
Markzellen 469
Holzzellen 475
Cambiumzellen 479
Aeußere Schicht der Holzzellen, mittlere oder eigentlich verdickende Wand 480
Lignose, Lignon, Lignin, Lignireose 488
Rindenparenchimzellen 493

Seite

Baſtfaſerzellen 494
Collenchym 497
Cuticula 499
Epidermis 503
Haare 505
Dornen 506
Korkgewebe 507
Reine Celluloſe 512
Subſtanz der Cuticula 513
Suberin 513
Aeußere Holzzellenſubſtanz 513
Mittlere Holzſubſtanz 513
Pectoſe 514
Subſtanz des utriculus internus 515
Dünne äußere Wand der vasa lacticis 515
Subſtanz des hornartigen Albumens 515
Zwei Verbindungen im Phytelephas-Samen 515
Hollundermark 515
Feſtes Pflanzeneiweiß 515
Thieriſches Gewebe 533
Horngewebe 542
Epithelium 543
Oberhaut 548
Nägel 555
Horn 558
Fiſchbein 564
Haare 570
Schildpatt 579
Leimgebende Gewebe 581
Elaſtiſches Gewebe 592
Knorpelgewebe 597
Knochengewebe 610
Fettgewebe 619
Muskelgewebe 628
Blutgefäße 643
Lymph- und Chylusgefäße 651
Nervengewebe 653

Capitel VIII. Aufnahme der Nahrungsſtoffe durch die Pflanzen.
— Pflanzennahrung 668
Wurzel 671
Aufnahme von Flüſſigkeiten durch die Wurzel 674
Anorganiſche Nahrungsſtoffe der Pflanzen 681
Organiſche Pflanzennahrung 706
Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak, welche von den Wurzeln oder Blättern den Pflanzen zugeführt werden, als Pflanzennahrung betrachtet 734

Capitel IX. Verwandlung der Nahrungsſtoffe in den Pflanzen 753
Urſachen der Veränderung der aufgenommenen Nahrungsſtoffe 753
Pflanzenorgane, in welchen ſich die Nahrungsſtoffe bewegen . 781
Zellen 781
Gefäßſyſtem 791
Pflanzenſaft 794
Weg des aufſteigenden Saftes 798

	Seite
Hinabſteigen der feſten Stoffe in dem aufſteigenden Pflanzenſafte	808
Milchſaftgefäße und Milchſaft	815
Abſcheidende Organe. Abſcheidungen	824
Gaſe, die in den Pflanzen enthalten ſind	831
Aufnahme von Kohlenſäure und Entlaſſung von Gaſen durch die Pflanzen	839
Ausdünſtung	856
Oxydirender Einfluß der Atmoſphäre auf durch die Pflanzen bereitete Stoffe	859
Reifen der Früchte	863
Blick auf die Pflanzenſubſtanzen in Hinſicht ihrer Entſtehung	871
Capitel X. Nahrungsmittel und Ernährung der Thiere	901
Blick auf die thieriſchen Nahrungsmittel	912
Abgeſchiedene Flüſſigkeiten, die auf die Umſetzung der Speiſen von Einfluß ſind	942
Speichel	943
Magenſaft	954
Atmoſphäriſche Luft, mit den Speiſen in den Magen geführt	976
Pancreas und die durch die Drüſe abgeſchiedene Flüſſigkeit	979
Leber	980
Galle	981
Darmſaft	1008
Speiſeverarbeitung	1011
Nahrungsſtoff in den Därmen	1032
Chylus	1043
Capitel XI. Nahrungsflüſſigkeit, Blut	1050
Capitel XII. Athmungsproceß	1135
Das Athmen im Zuſammenhang mit der Luft	1138
Verminderung des Sauerſtoffs und Vermehrung der Kohlenſäure beim Athmen	1139
Freiwerden von Stickſtoff beim Ausathmen	1159
Die Menge Waſſer, die durch die ausgeathmete Luft mitgeführt wird	1165
Veränderung des Bluts beim Athmen, Gaſe im Blute aufgelöſt	1168
Capitel XIII. Abſcheidungen, Ausſcheidungen der Thiere	1199
Milch	1208
Urin	1244

I. Chemiſche und organiſche Kräfte.

Es wird in der Lehre vom Leben kein Gegenſtand eifriger vertheidigt, als die Exiſtenz einer den organiſchen Stoffen eigenthümlichen Kraft, welche jene auf eine eigene Weiſe im Organismus vertheilt, ſie befähigt, zum Beſtehen des Ganzen beizutragen, und mit ihnen eine Reihe von Erſcheinungen erzeugt, welche ſämmtlich unter dem Namen »Lebenserſcheinungen« begriffen werden. Dieſe Lebenskraft iſt vielfach als eine ganz beſondere und von allen in der unorganiſirten Natur thätigen Kräften ſo verſchiedene gedacht worden, daß daraus ſogar eine Art Gegenſatz entſtanden iſt, indem man von lebenden und todten Naturkräften ſpricht. Man hat ſich geſcheut, beide unter einem Geſichtspunkte zu betrachten, und glaubte, der Lehre vom Leben zu nahe zu treten, wenn man aus den ſogenannten todten Kräften manche Lebenserſcheinungen hätte erklären wollen.

Es iſt die Aufgabe der Naturwiſſenſchaften, nicht allein die Erſcheinungen und die Geſetze zu erforſchen, von denen die ſogenannte todte und lebende Natur beherrſcht wird; es müſſen dieſe auch in einen ſyſtematiſchen Zuſammenhang gebracht werden. Je tiefer wir in die Geheimniſſe der Natur eindringen und je enger ſich die verſchiedenen Zweige der Naturwiſſenſchaften an einander anſchließen, um ſo mehr muß

ſich unſere Vorſtellung von den Kräften, welche beide Reiche beherrſchen, der Wahrheit nähern.

Wer den Zuſammenhang leugnet, findet ihn ſicher nicht; wer aber ohne Vorurtheil darnach ſucht, findet ſo viel, wie vorhanden iſt.

In den Naturwiſſenſchaften bedient man ſich jeden Augenblick der Worte: Stoff und Kraft. Beides ſuchen wir in unſerer Vorſtellung zu trennen, obgleich wir uns keinen Stoff ohne Kraft und kaum eine Kraft denken können, ohne ihre Wirkung auf die Materie. Forſchen wir dem Weſen der Materie nach, ſo ſtoßen wir auf viele Schwierigkeiten. Die erſte iſt die unendliche oder vielmehr nicht unendliche Theilbarkeit, eine andere die materielle Verſchiedenheit, eine dritte die große Anzahl der Elemente.

In den phyſikaliſchen und denjenigen Wiſſenſchaften, welche auf phyſikaliſchen Grundlagen beruhen, halten wir uns beſonders an die Hülfsmittel zur Unterſuchung und Unterſcheidung; wir beſchränken uns auf die durch Beobachtung und Vergleichung der ſichtbaren Gegenſtände erworbene Erfahrung und ſichern uns dadurch vor jenem Labyrinth, in welchem ſo viele geiſtreiche Männer früherer und neuerer Zeit durch eigenſinniges Feſthalten an abſtrakten aus der unſichtbaren Welt entlehnten Begriffen ſich verirrt haben.

Wir nehmen materielle Verſchiedenheit und eine große Anzahl Elemente an, weil wir ſie mit unſern Sinnen wahrnehmen. Den Begriff des Wortes Atom laſſen wir auf ſich beruhen; wo wir uns künftig deſſelben bedienen, verbinden wir damit nur den weit klareren Begriff von Aequivalent.

Man verſteht in allen phyſikaliſchen Wiſſenſchaften unter dem Ausdruck Kraft nicht anders als die gedachte Urſache einer Reihe beobachteter Erſcheinungen.

Kraft denken wir uns alſo nur, ohne ſie wahrzunehmen, aber wir theilen derſelben nicht mehr, wie es wohl geſchehen iſt, willkührlich Eigenſchaften zu, ſondern wir bilden unſere

Begriffe allein nach dem Reſultat der Beobachtung. Kraft iſt alſo ein concreter Begriff, welcher alle Eigenthümlichkeiten der Erſcheinungen umfaßt.

Von dieſem Geſichtspunkte ausgehend, wollen wir einige Ideen mittheilen über die ſogenannten organiſchen und unorganiſchen oder die lebenden und todten Naturkräfte.

Dieſe Ideen werden die Wiſſenſchaft um kein Haar weiter bringen, aber ſie können vielleicht bei dem Einen oder Andern die Vorſtellungen vereinfachen und da einen unverkennbaren Zuſammenhang andeuten, wo er meines Erachtens mit Unrecht verkannt wird.

Es iſt faſt überflüſſig zu bemerken, daß der Ausdruck todte Kraft, wenn er im wörtlichen Sinne für die in der unorganiſirten Natur thätigen Kräfte gebraucht wird, keinen Sinn hat, und daß er hier nur die Kraft der todten Natur, im Gegenſatz zu der lebenden, bezeichnen ſoll.

Die heutige Chemie, welche der Lehre von den Molekularkräften ganz beſondere Aufmerkſamkeit ſchenkt, nimmt in den kleinſten Theilchen eigenthümlich wirkende Urſachen an. Mit dieſen werden wir zweckmäßig unſere Betrachtungen beginnen. Die Kenntniß derſelben bildet die Grundlage von allen unſern Kenntniſſen der organiſchen Kräfte; denn kein Organ iſt aus materiellen Theilen zuſammengeſetzt, welche nicht den Geſetzen derſelben chemiſchen Kräfte unterworfen wären, die den chemiſchen Verbindungen ohne Unterſchied eigen ſind.

Wenn wir den Molekularkräften als wirkenden Urſachen in dem lebenden Organismus die erſte Stelle einräumen, ſo bezieht ſich dies, wohl bemerkt, nicht mit auf das Bewußtſein und das höhere geiſtige Leben.

Ich unterfange mich nicht, den Schleier zu lüften, welcher die Nerventhätigkeit und viel mehr noch die höheren Geiſtesfunktionen, nach wie vor, unſerm Auge verbirgt. So wie der Menſch einen unkörperlichen und unſterblichen Theil hat, in dem ſein eigentliches Weſen beruht und aus dem er

allein beſtehen ſoll, wenn die körperliche Hülle, welche ihn an die Erde bindet, abgeſtreift iſt; ſo wie die Thiere das Vermögen, äußere Eindrücke in ſich aufzunehmen, mit dem Menſchen gemein haben und dazu eigne Organe beſitzen, deren Funktionen mit dem Bewußtſein in keiner Verbindung ſtehen, ſo hat auch die Thier- und Pflanzenwelt eine Menge Vorrichtungen gemein, welche von den beiden ſo eben genannten ſcharf getrennt ſind oder wenigſtens damit keinen urſächlichen Zuſammenhang haben.

Nur von dieſen ſoll die Rede ſein, und nur ſie will ich unter dem allgemeinen Begriff von organiſchem Leben verſtanden haben.

Es iſt bekannt, daß jene Funktionen in dem thieriſchen Körper durch die Nerventhätigkeit unterſtützt werden, und dadurch bei den Thieren durchgehends complicirter ſind, als bei den Pflanzen. Dieſer Umſtand führt uns auf eine Analogie zwiſchen zwei ſcheinbar verſchieden wirkenden Urſachen. Aber wie groß dieſer Zuſammenhang und welcher Art er ſei, iſt und bleibt eben ſolch ein Räthſel, wie die Funktion der Nerven ſelbſt. Uebrigens iſt auch die Nerventhätigkeit kein Gegenſtand für unſere folgenden Betrachtungen, weil ſie den Pflanzen ganz und gar mangelt und weil wir uns bloß auf das beſchränken, was der allgemeine Begriff von Lebensfunktion umfaßt. Wir beginnen mit einer kurzen Entwickelung der allgemeinen Eigenſchaften der Grundſtoffe.

Sollte uns über das Nachfolgende der Vorwurf gemacht werden, daß es leichter iſt einzureißen als aufzubauen, ſo ſind wir im Voraus vollkommen damit einverſtanden. Die Wiſſenſchaft iſt noch nicht weit genug fortgeſchritten, um von einem höheren Standpunkt aus ein weites Feld überſehen zu laſſen; aber dies iſt kein Grund, als irrthümlich erkannte Anſichten beizubehalten.

Uebrigens betrachte man das Folgende als Skizzen, welche einer ſpeciellen Entwickelung bedürfen, um auf wiſſenſchaftliche Vollſtändigkeit Anſpruch machen zu können.

1. Chemiſche Kräfte.

Alle einfachen Körper beſitzen ohne Unterſchied ein Beſtreben, ſich unter einander zu verbinden; man denkt ſich deshalb in denſelben eine Kraft thätig, welche man »Vereinigungskraft, Affinität« nennt.

Wir ſehen die Stoffe Verbindungen eingehen; es muß alſo eine Urſache zu dem Vermögen, ſich zu vereinigen, in den Körpern vorhanden ſein. Es giebt kein Element, welches ſich nicht mit einigen anderen verbinden könnte, es beſitzen daher alle Elemente ein und daſſelbe Vermögen, dieſelbe Kraft, wenn ſchon in verſchiedenem Maaße. Sich verbinden zu können, iſt alſo eine allgemeine Eigenſchaft der Materie, die Folge einer Kraft, welcher alles Materielle unterworfen iſt, welchen Namen es habe und zu welchem Naturreiche es gehöre.

Wir nehmen indeſſen an den einfachen Körpern noch viele andere Eigenthümlichkeiten wahr. Für Alles dies beſondere Kräfte anzunehmen, möchte die Wiſſenſchaft eben nicht vereinfachen. Aber es iſt doch unmöglich, ſich von einem Element eine richtige Vorſtellung zu machen, wenn wir uns daſſelbe bloß undurchdringlich, ſchwer, ausgedehnt und von allen andern materiell verſchieden denken ſollen, und dabei untheilbar und von einem Beſtreben erfüllt, ſich mit andern Elementen zu vereinigen. Welche Vorſtellung können wir, ſobald wir uns an dieſe Begriffe allein halten und unſern Blick nicht weiter reichen laſſen, uns von dem Iſomorphismus, der Iſomerie und dem ganz verſchiedenen Charakter jedes einfachen Körpers dem andern gegenüber, von einer dynamiſchen Verſchiedenheit machen? Gewöhnlich beſchränken wir uns zu ſehr auf den rein materiellen Unterſchied.

Kupfer und Queckſilber denken wir uns roth und weiß, feſt und flüſſig, nicht flüchtig und flüchtig und verweilen zu lange bei dieſen und ähnlichen bloß phyſikaliſchen Verſchie-

denheiten. Wir geben uns zu wenig Rechenſchaft davon, warum das eine ganz andere Mengen von denſelben Stoffen und unter ganz andern Erſcheinungen aufnimmt, als das andere.

Wir bringen die Elemente in Gruppen, je nachdem ſie einige Aehnlichkeit beſitzen, aber befaſſen uns nicht zugleich auch mit den Urſachen der Aehnlichkeit und Verſchiedenheit. Warum ſind zwei Metalle, wie Natrium und Platin, ſo ganz verſchieden? Das eine kann ſich nicht direkt mit dem Sauerſtoff vereinigen, während ſich das andere unter ſehr auffallenden Erſcheinungen damit verbindet. Das Natrium zeigt ſich unter allen Verhältniſſen thätig und kräftig; das Platin meiſt paſſiv, träge und unvermögend, ähnliche Erſcheinungen hervorzubringen.

Wir pflegen uns auszudrücken: das Natrium hat eine größere Vereinigungskraft (beſitzt ſie in höherm Maaße). Aber dieſen Begriff von Vereinigungskraft entlehnen wir bloß von dem zu Stande bringen einer Verbindung. Dies iſt ein Endreſultat der dem Natrium inwohnenden Kraft. Wenn es mit Heftigkeit Waſſer zerſetzt, ſo iſt dies ohne Frage dem Beſtreben, ſich innig mit Sauerſtoff zu verbinden, zuzuſchreiben; aber liegt dieſe Vereinigung in nichts anderm, als in der gegenſeitigen Anziehung zwiſchen Natrium und Sauerſtoff?

Bei der allgemeinen oder phyſikaliſchen Anziehung nehmen wir derartige Erſcheinungen nicht wahr; zu dem Begriff der Anziehung bei Affinität muß alſo noch etwas hinzukommen. Etwa dies, daß Anziehung bei Verwandtſchaft in beſtimmten unabänderlichen Verhältniſſen geſchieht? Gewiß gehört das auch mit zu einer richtigen Vorſtellung von Affinität; aber auch darin liegt nicht alles; damit iſt noch nicht die Verſchiedenheit in Farbe, Geruch und Geſchmack, eine Verſchiedenheit des Aggregatzuſtandes, der Flüchtigkeit, des Siedepunktes, der Dichtigkeit, ſpecifiſchen Wärme und

der Atomgewichte der Körper erklärt; noch nichts geſagt über den Iſomorphismus, die Iſomerie und die Entwickelung von Licht, Wärme und Elektricität bei den chemiſchen Verbindungen.

Die Molekularkräfte nur auf Vereinigung ungleichartiger Moleküle ausgehend ſich zu denken, iſt eine dürre und beſchränkte Vorſtellung, welche eine große Reihe von Erſcheinungen noch unerklärt läßt.

Es iſt die Aufgabe einer geſunden Naturlehre, Erſcheinungen zu beobachten und ſie ſyſtematiſch zu ordnen, Geſetze aufzuſuchen und Kräfte anzunehmen, welche die beobachteten Erſcheinungen genügend erklären. Der gegenwärtige Standpunkt der Chemie erfordert alſo, da man mit poſitiver Sicherheit weiß, daß die Materie an und für ſich keinen Einfluß auf die Menge hat, in welcher ein Element ſich mit dem andern verbindet, und daß eben ſo wenig die Geſtalt der neuen Verbindung davon abhängig iſt, — ſie fordert, ſage ich, ſich eine etwas lebendigere Vorſtellung von den Molekularkräften zu machen, als man es noch vor einigen Jahren that. Schwefel, Selen, Chrom und Mangan, an und für ſich ſehr verſchiedene Körper, nehmen jedes 3 Aeq. Sauerſtoff auf und erzeugen mit Baſen Salze von gleicher Geſtalt; Sulfate, Selenate, Chromate und Manganate ſind iſomorph. Ganz daſſelbe findet in einer Menge anderer Fälle Statt.

Wir ſchließen alſo richtig, daß im Schwefel, Selen, Chrom und Mangan gleichartige Kräfte vorhanden ſind, und werden dadurch von ſelbſt darauf hingewieſen, daß das chemiſche Verhalten von der materiellen Beſchaffenheit der Elemente unabhängig iſt; aber abhängig von den Kräften, welche die Molekule von Schwefel, Selen u. ſ. w. beherrſchen. So kommt alſo zur Vorſtellung vom Schwefel etwas von einem Begriff von Kraft, und zwar derſelben Kraft, welche auch im Selen thätig iſt, thätig, nicht bloß Verbindungen zu Stande bringen, ſondern auch den Hauptcharakter derſelben bedingen zu helfen.

Auch noch in den entfernteren Verbindungen zeigt ſich die Schwefel- und Selenkraft wirkſam; ſo ſind z. B. ſchwefelſaures und ſelenſaures Natron beide efflorescirende Salze und theilen die ſonderbare Eigenſchaft, in Waſſer von 33° leichter auflöslich zu ſein, als in kochendem, eine Eigenſchaft, welche nicht von der Schwefel- und Selenmaterie, ſondern von deren Molekularkräften abhängt.

Phosphor und Arſenik ſind iſomorph. Beide bilden mit Sauerſtoff Säuren, welche nach der Formel R_2O_3 zuſammengeſetzt ſind. Mit Natron geben dieſe Säuren je zwei Salze, welche ſämmtlich 1 Aeq. Säure, 2 Aeq. Baſis und 1 Aeq. baſiſches Waſſer enthalten, aber das eine Paar nimmt 24 Aeq., das andere 14 Aeq. Kryſtallwaſſer auf.

Ueberblicken wir in dieſem Sinne die Reihe der einfachen Körper und abſtrahiren wir einen Augenblick ſo viel wie möglich von der materiellen Beſchaffenheit derſelben, ſo werden wir die Molekularkräfte in einer unendlichen Modificirung auftreten ſehen, ſobald wir die Erſcheinungen richtig in's Auge faſſen; Kräfte, deren Wirkungen ſich meiſt auf das Hervorbringen einer Verbindung erſtrecken, aber deren Weſen darin nicht allein beſteht.

Keine Wirkung der Molekularkräfte kennt man genauer, als die Vereinigung zweier oder mehrerer Elemente zu einem Ganzen; oder lieber umgekehrt: die Erſcheinungen, welche man bei der Vereinigung der Körper beobachtet und die Wirkungen der Vereinigung haben einen beſtimmten Begriff von einer Urſache gegeben, welche jene hervorzubringen vermag. Die Verbindung geſchieht unter Erſcheinungen, welche man verfolgen und deren Wirkungen man meſſen und wägen kann.

Bleiben wir für jetzt bei dieſen Aeußerungen der Kraft ſtehen und überlaſſen wir es einer ſpätern Zeit, von den Kräften, welche ſonſt noch die Moleküle beherrſchen, einen richtigen Begriff zu entwickeln. Die Wiſſenſchaft, welche

dem forſchenden Geiſte dieſes unabſehbare Feld öffnet, iſt kaum erſt dem Namen nach bekannt.

Die Kraftäußerung, welche wir Verwandtſchaft nennen, muß einem beſtimmten Vermögen der Elemente, ſich chemiſch anzuziehen, zugeſchrieben werden. Die ſich vereinigenden Körper müſſen entweder vor der Vereinigung oder Berührung ein Vermögen beſitzen, welches ſich zur gelegenen Zeit äußert, oder ſie empfangen daſſelbe im Augenblicke des Contakts. Die Sache läßt ſich bei einer genauern Prüfung bald entſcheiden.

Was das Wecken einer Kraft anlangt, ſo fällt dieſer Begriff mit der Elektricitätslehre zuſammen. In den Molekülen iſt Elektricität auch wirkſam, aber darum mit der Affinitätskraft nicht identiſch *).

Wenn wir ein Stück Holz mit einer Feder berühren, ſo erfolgt keine Vereinigung, aber wohl, wenn Chlor und Antimon in Berührung kommen. Das Holz hat alſo keine Fähigkeit, eine vereinigende Kraft in der Feder zu wecken, eben ſo wenig die Feder in Beziehung auf das Holz. Chlor und Antimon dagegen beſitzen dies Vermögen gegenſeitig. Es iſt nun ziemlich gleichgültig, ob wir uns vorſtellen, daß die Kräfte in dem Chlor und Antimon ruhen und bei der Berührung in Wirkſamkeit verſetzt werden, oder ob wir uns denken, daß ſie ſchon erweckt waren, und erſt in dem Moment der Berührung ſich durch die Erſcheinungen der Vereinigung zu erkennen gaben. Beide Anſichten gelten in der Wiſſenſchaft gleich viel. Denn die vom Chlor und Antimon wechſelweiſe ausgehenden Kräfte müſſen doch beide oder wenigſtens eine von beiden vor der Berührung vorhanden ſein; oder zwei ſchlafende Kräfte erwecken einander, ein offenbarer Widerſpruch. Wir halten demnach feſt, daß im Chlor

*) Es verſteht ſich von ſelbſt, daß hier der Ort nicht iſt, zu unterſuchen, worin Vereinigungskraft und die elektriſche Thätigkeit ſich gleichen oder unterſcheiden.

und Antimon, entweder in beiden zugleich oder nur in einem derſelben, ſchon vor der Berührung eine Fähigkeit, zu wecken und ſich zu vereinigen, präexiſtiren muß.

Dieſe Kraft wollen wir *chemiſche Spannung*, *Tenſion* nennen. Sie äußert ſich *bei* der Berührung, aber kann eben ſo wenig, wie die Elektricität, oder jede andere Kraft *durch* Berührung hervorgebracht werden. Der Contakt iſt alſo nur eine *Bedingung* für die Möglichkeit der Vereinigung, gleichwie, um laufen zu können, erforderlich iſt, daß die Füße den Boden berühren. Eine Bedingung zur Erzeugung eines Phänomens iſt aber himmelweit verſchieden von der Quelle der Wirkung, der Urſache der Erſcheinung ſelbſt. Die Contakttheorie ſcheint mir in dem Sinne, in welchem ſie ſo oft vertheidigt iſt, nicht beſtehen zu können.

Die einfachen Körper, welche jenes Vermögen, welches wir unter der *chemiſchen Spannung* verſtehen, zwar alle gemein haben, beſitzen es jedoch in verſchiedenem Grade, ſowohl der Quantität als der Qualität nach. Von demſelben Element nehmen alle die übrigen, mit wenigen Ausnahmen, ſehr verſchiedene Mengen auf. Nur die, welche gleiches Atomgewicht haben, verbinden ſich zu gleichen Theilen. Sehr mannigfach iſt die Art und Weiſe, wie ſie ſich unter einander verbinden, ſehr verſchieden die Erſcheinungen während der Vereinigung und vor Allen die Möglichkeit, ſich in einem oder mehreren Verhältniſſen zu verbinden. Woher rührt dieſer Unterſchied anders, als von der Größe und der Art der chemiſchen Spannung? Da nun dieſe bei den meiſten Körpern verſchieden iſt, ſo ſind auch die Körper ſelbſt verſchiedenartig, und es muß, geſetzt es läge allen Elementen ein einziger Stoff zu Grunde, doch jedes als ein beſonderes hervortreten, weil ein jedes von beſonderen Kräften beherrſcht wird; mit anderen Worten: eine ungleichmäßige Vertheilung der chemiſchen Tenſion iſt im Stande, daſſelbe Element in verſchiedenen Geſtalten auftreten zu laſſen. Beiſpiele hierzu

liefern uns die allotropiſchen Körper, der Kohlenſtoff, der Phosphor und mehrere andere.

Ob allen Elementen ein Stoff zu Grunde liegt, ſo daß ſie nicht materiell, ſondern dynamiſch verſchieden ſind, oder ob es ſo viele Elemente giebt, als Gruppen iſomorpher Körper beſtehen, oder gar ſo viele, wie die Chemie gegenwärtig unterſcheidet, das iſt kein Gegenſtand, welcher jetzt beantwortet werden kann. Wir halten uns an das, was wir wahrnehmen und mit Sicherheit wiſſen, und folgern, daß jeder Grundſtoff mit einer Menge Eigenthümlichkeiten begabt iſt, welche zum großen Theil von demſelben Vermögen abhangen, welches Vereinigung bewirkt, d. h. von der Größe und Beſchaffenheit der chemiſchen Spannung.

Bei einer ſolchen Vorſtellung haben wir meiner Meinung nach das gewonnen, daß wir in der todten Materie einiges Leben auftreten ſehen. Sie iſt aus der unendlichen Menge von Erſcheinungen geſchöpft, welche im chemiſchen Laboratorium im täglichen Leben und in der ganzen großen Natur wahrgenommen werden. Eine ſolche Betrachtung beſchränkt ſich nicht allein auf das Materielle, welches uns doch keine klare, wenigſtens keine praktiſche Vorſtellung giebt, denn eine ſolche wäre bloß von den phyſikaliſchen Eigenſchaften entlehnt, keineswegs aber von denen, welche die Fähigkeit der Grundſtoffe, Erſcheinungen hervorzubringen, an den Tag legen.

Die Frage, ob die Einführung dieſes Begriffs von Thätigkeit neben dem von materieller Verſchiedenheit für die Wiſſenſchaft bereits einen reellen Werth gehabt hat, beantworten wir mit »Nein«. Man hat von dieſem Geſichtspunkte aus die Wiſſenſchaft noch zu wenig behandelt; ſie iſt noch nicht hinlänglich mit unwiderlegbaren Thatſachen verſehen, um in jener Richtung ſchon verfolgt werden zu können. Aber ein Blick darauf in dieſem Sinne mag als ein Streben nach etwas Beſſerem angeſehen werden.

Digitized by Google

Von den Grundſtoffen haben vier einen ganz beſonderen Charakter. Alle übrigen ſind in der Fähigkeit, ſich unter einander zu verbinden, mehr oder weniger beſchränkt, dieſe vier, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff ſcheinen dieſelbe in einem unbegreuzten Maaße zu beſitzen. Die Stärke und die Beſchaffenheit der Affinitätskraft dieſer vier Elemente iſt auf die mannigfaltigſte Weiſe modificirt. Sie verdienen deshalb in der Chemie einen beſondern Platz.

Blei und Sauerſtoff verbinden ſich immer nur in zwei Verhältniſſen, PbO und PbO_2, und dieſe bilden noch eine dritte dazwiſchen liegende Verbindung (die Mennige). Aber die Verbindungen des Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs ſind unzählbar und nicht bloß der relativen, ſondern auch der abſoluten Menge nach mannigfaltig. So hat man CH_2 und CH_4, aber auch C_2H_4 und C_4H_8 u. ſ. w. Die Verbindung C_5H_8 iſt faſt unerſchöpflich, bald tritt ſie auf als C_5H_8, bald als $C_{10}H_{16}$, $C_{15}H_{24}$, $C_{20}H_{32}$ u. ſ. w. Es giebt einen Kohlenwaſſerſtoff: C_2H_2, einen andern: C_4H_6, einen dritten: C_4H_{10} u. ſ. w.

Eben ſo verhält es ſich mit Kohlenſtoff und Stickſtoff; Stickſtoff und Waſſerſtoff; Kohlenſtoff Stickſtoff, und Waſſerſtoff; Kohlenſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff; Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff und mit Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff, mit einem Worte: obſchon die vier genannten Elemente ſehr viele Eigenſchaften mit den übrigen gemein haben, ſo bilden ſie doch eine eigene ſelbſtſtändige Gruppe, und ihre Affinitätskräfte ſind auf eine viel mannigfaltigere Art modificirt. Faſſen wir die Eigenthümlichkeiten einer chemiſchen Verbindung ein wenig näher in's Auge.

a) Beſtimmte Werthe der Kräfte, welche die Vereinigung bewirken. Scheinbare Unthätigkeit der Kräfte nach der Vereinigung.

Die einfachen Körper unterſcheiden ſich, wie wir geſehen haben, in ihrem Vermögen, ſich unter einander zu ver-

einigen, alſo auch in dem Beſitze der Kraft, welche die Vereinigung bewerkſtelligt, oder in der Fähigkeit, dieſe unter beſtimmten Verhältniſſen in Thätigkeit zu ſetzen. Einige ſcheinen bei jeder Temperatur Verwandtſchaft zu beſitzen, z. B. Kalium oder Natrium zum Sauerſtoff, Chlor zu manchen Metallen u. ſ. w. Dieſe Neigung iſt den genannten Körpern eigenthümlich, und wir ſagen daher mit Recht, Kalium und Sauerſtoff vermögen ſich unter allen Umſtänden gegenſeitig zu vereinigen.

Die Vereinigungskraft zeichnet ſich beſonders dadurch aus, daß ſie in kleinen unmeßbaren Entfernungen auf ungleichartige Theilchen wirkt und eine Vereinigung derſelben in beſtimmten Verhältniſſen zu Stande bringt. In Folge derſelben entſteht alſo aus zwei ungleichartigen Stoffen eine Verbindung, welche ſo innig iſt, daß auch noch die kleinſten Theilchen beide enthalten. Ein Stück Kalium beſitzt ſein Vereinigungsbeſtreben nicht als Maſſe, ſondern es gehört den kleinſten Theilchen an. Je feiner ſogar die Maſſe zertheilt iſt, deſto beſſer geht die Vereinigung von Statten.

Die kleinſten Theilchen des Kaliums und Sauerſtoffs ſchließen ſich alſo bei der Vereinigung an einander und kommen nachher, mit neuen Eigenſchaften begabt, zum Vorſchein, mit Eigenſchaften, welche größtentheils von der Natur der vereinigten Körper abhängig ſind, alſo auch von den Kräften, welche ſie beherrſchen.

Nach der Vereinigung hat das Kalium das Vermögen, wenigſtens unter gleichen Bedingungen mit dem Sauerſtoff ſich ferner zu vereinigen, verloren. Die beiden Moleküle haben ihre Neigung ganz und gar befriedigt, und die beiden gegenüberſtehenden Kräfte haben ſich demnach ganz oder zum Theil neutraliſirt. Haben ſie ganz einander aufgehoben, ſo kann die neue Verbindung ſich nicht mehr mit andern Körpern vereinigen. Aber iſt der Kraft von Kalium (K) nicht ganz durch die des Sauerſtoffs (O) das Gleichgewicht gehal-

ten, ſo iſt mehr oder weniger von dem (K) in der Verbindung übrig geblieben; im umgekehrten Falle vom (O). Selten heben ſich beide Kräfte vollkommen auf, ſondern es bleibt von der einen oder andern meiſt ein Ueberſchuß, welcher ſich dadurch zu erkennen giebt, daß er der neuen Verbindung einen dem überwiegenden Elemente entſprechenden Charakter ertheilt.

Daß die Kräfte unter beſtimmten Verhältniſſen von beſtimmter Größe ſind, lehrt die Unabänderlichkeit der Quantitäten, in denen ſich die Elemente verbinden, eine Unabänderlichkeit, deren Urſache nicht bloß in einem der beiden verbundenen Elemente liegen kann. Bei der Vereinigung vernichten einander ſcheinbar gleich große Quanta. Nehmen wir z. B. an, der Sauerſtoff habe ein Vereinigungsvermögen von 3 (O), das Kalium von 6 (K), ſo müſſen nach der Vereinigung beider unter gewiſſen Umſtänden von 3 (O) und 6 (K), 3 (K) und 3 (O) ſich neutraliſiren, und alſo 3 (K) übrigbleiben.

Dies beſtätigt die Erfahrung. Kaliumoxyd iſt nicht indifferent, ſondern hat auf ſeine Weiſe eine Neigung, ſich mit andern Körpern zu verbinden, eine Neigung, nicht ſo groß als die des Kaliums, aber doch in demſelben Sinne wirkend. Ein Quantum der chemiſchen Spannung iſt alſo nicht mit in den indifferenten Zuſtand übergegangen. Nennen wir nun den im Kaliumoxyd gebliebenen Ueberſchuß von Kraft: 3 (K).

Unter gewiſſen Verhältniſſen vereinigen ſich Schwefel und Sauerſtoff, ſo wie es Kalium und Sauerſtoff bei gewöhnlicher Temperatur thun. Hierbei geht wiederum entweder die ganze Menge der entgegenwirkenden Kräfte oder von einer der beiden ein Theil ſcheinbar verloren, und es bleibt dann entweder etwas von der Sauerſtoff- oder Schwefelkraft übrig.

Stellen wir uns vor, daß dieſe Kräfte im Sauerſtoff und Schwefel in dem Verhältniß ſtehen von 3 (O): 1 (K),

so bleibt nach der Vereinigung von Sauerstoff und Schwefel zu Schwefelsäure, 2 (O) übrig.

Kaliumoxyd hat also ein Vermögen von 3 (K) und die Schwefelsäure von 2 (O) behalten. Nach dieser Ansicht sind weder jenes noch diese indifferente Körper, sondern besitzen beide noch Vereinigungskräfte, und zwar solche, welche im entgegengesetzten Sinne thätig sind, so daß sie aufs Neue die Vereinigung der schon zusammengesetzten Körper bewirken (nämlich des Kaliumoxyds und der Schwefelsäure). Bei dieser Vereinigung verschwindet wiederum (K) gegen (O). Nehmen wir an, daß von 3 (K) und 2 (O), 2 (K) durch 2 (O) neutralisirt werden, so bleibt, nachdem schwefelsaures Kali gebildet ist, 1 (K) übrig.

In dem schwefelsauren Kali liegen nun je zwei entgegengesetzte Kräfte dreimal verborgen; zwei in den Elementen des Kalis, zwei in der Schwefelsäure und zwei in den Bestandtheilen des schwefelsauren Kalis, Kräfte, welche einander das Gleichgewicht halten, und deren kleinste (O) unbemerkbar geworden ist, aber deren größte (K) durch den Theil noch auf andere Körper einwirken kann, welcher nach Vernichtung der schwächeren Kraft übrig geblieben ist.

In unserm Beispiel ist nach Vereinigung der Schwefelsäure und des Kalis noch 1 (K) zurückgeblieben, d. h. ein Theil der Kraft, welche ursprünglich in dem Kalium vorhanden war. Schwefelsaures Kali ist aber wiederum nicht indifferent; es kann sich aufs Neue mit andern Körpern vereinigen, und wohl bestimmt mit solchen, welche (O) 1, 2, oder mehrmal besitzen. Nehmen wir an, daß schwefelsaure Thonerde ein solcher Körper sei, so sehen wir nach demselben Princip durch Vereinigung von schwefelsaurem Kali mit schwefelsaurer Thonerde die Bildung von Alaun bewerkstelligt. Auf diese Weise werden alle chemischen Verbindungen erster, zweiter und dritter Ordnung hervorgebracht.

Wie groß die in den Elementen ursprünglich ruhenden

Kräfte ſind, iſt noch nicht beſtimmt; man theilt ſolchen Größen, wie wir ſie eben zur Verdeutlichung unſerer Anſicht gebraucht haben, keine beſtimmten numeriſchen Werthe zu. Aber das iſt ausgemacht, daß ſtets zwei entgegengeſetzte Kräfte vorhanden ſein müſſen, wo Anziehung und Vereinigung erfolgt.

Nicht alle Körper verbinden ſich unter einander. Diejenigen, welche dies nicht vermögen, beſitzen entweder keine der beiden genannten entgegengeſetzten Kräfte, oder dem einen derſelben fehlen dieſelben unter den Umſtänden, wo ſie gerade zuſammenkommen. Ueberall im Gegentheil, wo (K) und (O) ſich in einem beſtimmten Maaße finden, entſteht Vereinigung. Kommt z. B. ein Körper von 20 (K) mit einem andern von 1 (O) in Berührung, ſo vereinigen ſie ſich, und die neue Verbindung muß mit 19 (K) begabt ſein.

Es iſt nicht nöthig, mehr chemiſche Kräfte anzunehmen, als die beiden, welche wir (K) und (O) genannt haben. Alle Elemente ſcheinen dieſe zu beſitzen, aber in verſchiedenem Grade. Die Lehre von den chemiſchen Proportionen hat dargethan, daß, wenn gewiſſe Umſtände ſie in verſchiedenem Maaße in Thätigkeit verſetzen, die Quantitäten der angeregten Kräfte im Verhältniß ſtehen, wie die natürlichen ganzen Zahlen. 1 Aeq. Stickſtoff verbindet ſich mit 1, 2, 3, 4, 5 Aeq. Sauerſtoff und ebenſo die übrigen Elemente. Kurz, es iſt eine unwiderlegbare Thatſache, daß es für die chemiſchen Kräfte beſtimmte Werthe giebt, welche zu einander im Verhältniß ganzer Zahlen ſtehen.

Es iſt wiederum ein Reſultat der Erfahrung, daß nicht bei allen Elementen unter den gewöhnlichen Verhältniſſen jene Kräfte ſich äußern, ſondern daß die Umſtände modificirt werden müſſen, um entweder die Kräfte zu wecken, oder in einer beſtimmten Quantität in dem Körper zu fixiren. Kalium und Sauerſtoff ziehen ſich bei gewöhnlicher Temperatur an; wir ſchließen daraus, daß das Kalium *immer* dieſe

fähigkeit besitzt. Der Beweis dafür ist schwieriger zu liefern, denn die gewöhnliche Temperatur kann bei dem Kalium gerade Bedingung für die Aeußerung und Fixirung dieser Kraft sein, so daß es sich vielleicht bei einer Kälte von -100^{0} nicht oxydirt. Die gewöhnliche Temperatur kann für das Kalium das sein, was für das Eisen Glühhitze ist.

Zu den Umständen, welche die Kräfte wecken oder zu einer bestimmten Größe steigern können, gehören: erhöhte Temperatur, der Einfluß des Lichtes und der Elektricität und Anwesenheit eines andern chemischen Körpers. Von jedem dieser Fälle wollen wir ein Beispiel geben, um an einer geeigneteren Stelle diese Sache ausführlicher zu behandeln.

Die Wärme weckt die Kräfte, sowohl (K) als (O) in vielen Körpern; (K) z. B. in den Metallen, welche in erhöhter Temperatur oxydirt werden, (O) im Chlor, welches sich mit Wasserstoff zu Salzsäure vereinigt, wenn man das Gasgemenge entzündet.

Das Licht bewirkt augenblickliche Vereinigung von Wasserstoff und Chlor, weckt also in jenem (K) und in diesem (O).

Der elektrische Funke, welcher ein Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff entzündet, besitzt dasselbe Vermögen.

Auch andere Körper wecken (K) und (O); dies geschieht z. B. bei der Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff vermittelst Platinschwamm.

Bei der Vereinigung zweier Körper gehen die eigenthümlichen Kräfte derselben nicht verloren, sondern sie befinden sich nur in einem indifferenten Zustande, insofern nämlich die eine durch ein gleiches Quantum der andern neutralisirt ist.

Alaun kann zerlegt werden in schwefelsaures Kali und schwefelsaure Thonerde, deren jedes den eigenthümlichen Charakter von (K) und (O) besitzt, und zwar wieder eben so viel, wie vor der Vereinigung. Schwefelsaures Kali kann ebenfalls zerlegt werden in Schwefelsäure und Kaliumoxyd; je-

des hat wieder ſeinen beſonderen Charakter und ebenſo viel (K) und (O) wie vor der Vereinigung; daſſelbe gilt vom Aluminiumoxyd und von der Schwefelſäure.

Einen Beweis hierzu liefert jede chemiſche Scheidung, wenn wir irgend einen Körper auf diejenigen, welche wir trennen wollen, einwirken laſſen. Die Kräfte (K) und (O) ſind alſo nur unthätig, aber nicht vernichtet.

Es iſt unmöglich, ſich hiervon einen richtigen Begriff zu machen, wenn man annimmt, daß die Moleküle der Verbindung feſt an einander liegen; in dieſem Falle müßten die einander entgegenwirkenden Kräfte ſich vernichten. Bei der Vorausſetzung, daß die Moleküle ſehr nahe bei einander, aber nicht feſt gegen einander liegen, hat die Vorſtellung keine Schwierigkeit, daß die Molekularkräfte, welche durch eine gewiſſe Spannung ſich im Gleichgewicht halten, nach außen hin ſcheinbar ſo viel verlieren, als dazu erfordert wird, aber daß die Summe der beiden Kräfte wieder zum Vorſchein kommt, ſobald die Verbindung aufgehoben wird.

Durch dieſelbe Urſache alſo, wodurch die Körper chemiſch verbunden *werden*, *bleiben* ſie auch vereinigt und werden dadurch auch wieder *getrennt*, wenn ſtärkere Kräfte darauf wirken. Kupfer z. B. ſcheidet Silber aus deſſen Auflöſung in Salpeterſäure, befreiet alſo das Silber vom Sauerſtoff und verbindet ſich ſelbſt damit. Möge Kupfer 4 (K) Silber 1 (K) und der Sauerſtoff des Silberoxyds 3 (O) beſitzen, ſo muß, da 3 (K) 3 (O) neutraliſiren kann, Silber mit 1 (K) abgeſchieden werden.

Die Ausſcheidung chemiſcher Körper aus ihren Verbindungen durch ſolche, welche auf den einen Beſtandtheil eine größere Kraft ausüben, iſt ein unmittelbarer Beweis, daß die chemiſchen Kräfte nur ſchlummern, und dies wieder ein Beweis dafür, daß dieſelben Kräfte, welche die Körper *vereinigen*, ſie auch vereinigt *halten*.

b. Chemiſche Wirkung äußert ſich nur in unmeßbaren Entfernungen. Polarität der Moleküle.

Es iſt eigenthümlicher Charakter der chemiſchen Kräfte, daß ſie nur in unmeßbaren, nicht in meßbaren Abſtänden thätig ſind. Für die Möglichkeit einer Vereinigung iſt es alſo unerläßliche Bedingung, daß die Theilchen ſich ſo ſehr als möglich einander nähern können; weshalb denn auch Körper, welche als dichte Maſſen ſich berühren, meiſtens keine oder nur eine ſehr unvollkommene Wirkung auf einander ausüben, während ſie ſich in fein zertheiltem Zuſtande oft ſchon bei gewöhnlicher Temperatur verbinden. Dies ſieht man unter Anderm beim Schwefel und Kupfer, welche in derben Stücken nicht im Mindeſten auf einander einwirken, aber fein zertheilt durch Reiben ſich vereinigen laſſen, wobei zugleich viel Wärme entwickelt wird. Man würde indeſſen irren, wenn man glaubte, daß die feine Vertheilung hier allein die Urſache der Einigung ſei. Das Reiben iſt ein kräftiges Hülfsmittel. Daß gleichwohl feine Zertheilung ein Haupterforderniß für die Vereinigung iſt, ſieht man an den Auflöſungen. Wenn waſſerfreies ſchwefelſaures Natron und Chlorbarium zuſammengerieben werden, ſo erleiden beide Stoffe nicht die geringſte Veränderung; aber beim Vermiſchen ihrer Auflöſungen findet totale Zerſetzung Statt.

Außer daß die Temperatur aus beſonderen Urſachen die Vereinigung befördert, unterſtützt ſie dieſelbe überall vermittelſt der Auflöſung, wo ſie einen der Körper oder beide ſchmelzen kann. Erhöhte Temperatur befördert die Oxydation der Metalle im Sauerſtoffgas dadurch, daß ſie in beiden entweder Kräfte weckt, oder ſie bis zu einem gewiſſen Grade erhöht; aber geſchmolzenes Blei und ſich verflüchtigendes Zink haben durch höhere Temperatur feine leicht bewegliche Theile erhalten, welche dem Sauerſtoff gerade die

Seite darbieten können, wie es die Vereinigung fordert. Um also den Einfluß der Temperatur richtig zu würdigen, muß man auch die leichtere Beweglichkeit der Theile in Anschlag bringen. Wie in Salzeteraufösungen, wo sie ganz außer dem Einfluß höherer Wärmegrade liegt, so läßt sie sich auch am feinvertheilten Blei wahrnehmen, welches, mit Luft und Wasser geschüttelt, sich in Bleioxydhydrat verwandelt, während ein Stück Blei unter gleichen Umständen sich ganz unwirksam zeigt.

Zwei Gase, welche mit einem dritten indifferenten gemischt sind, vereinigen sich langsam, aber zulezt doch vollkommen, z. B. Ammoniak, Kohlensäure und atmosphärische Luft. Bei den Gasen wird also durch die Beweglichkeit der kleinsten Theile die Vereinigung sehr bedeutend unterstüzt.

Da nun zum Entstehen einer chemischen Verbindung erforderlich ist, daß die Theilchen gegen einander verschiebbar sind, so scheint daraus zu folgen, daß nicht alle Seiten der Moleküle gleiche Fähigkeit besitzen, sich an ein Molekul von entgegengesezter Kraft anzulegen, sondern daß diese Eigenschaft nur bestimmten Seiten derselben zukommt. Mit Hülfe des Mikroskops beobachtet man eine heftige rotirende Bewegung der sich vereinigenden Theilchen *). Dies deutet unmittelbar auf eine gewisse Polarität hin, eine Wirkung der Vereinigungskraft in einer bestimmten Richtung.

Eine etwas genauere Betrachtung wird uns zeigen, daß dies nicht anders sein kann. Kalium und Sauerstoff vereinigen sich durch eine Kraft, welche nach der Vereinigung nicht vernichtet ist, und wovon ein Theil nach außen hin wirksam bleibt, ein anderer Theil ist in Ruhe versezt dadurch, daß zwei entgegenwirkende Kräfte sich neutralisirt haben. Nun muß ein untheilbares Kaliumpartikelchen neben einem ebenfalls untheilbaren Sauerstofftheilchen liegen, etwa (K)(O).

*) Siehe Harting im Bulletin de Neêrlande, 1840, p. 287.

Unmöglich kann eins in's andere gedrungen ſein vermöge der Undurchdringlichkeit der Materie. Unmöglich kann eins das andere etwa kreisförmig oder ſphäriſch umſchließen, denn die hohle Kugel kann nicht mehr untheilbar ſein. Unmöglich kann endlich auch eins ſich um's andere ſtückweiſe vertheilt haben, weil es ein Molekül iſt. Es bleibt alſo nichts als die Nebeneinanderlagerung übrig. Nehmen wir nun an, daß die Kräfte (K) und (O) in jedem Theilchen Kalium und Sauerſtoff überall gleichmäßig vertheilt ſind, ſo muß, da jene einander gegenüberſtehen, ihre Wirkung in einer Annäherung der Moleküle beſtehen, und es muß da, wo ſie einander am nächſten ſind, die ſtärkſte Anziehung geäußert werden; mit anderen Worten: man kann ſich die Anziehungskraft in der Richtung der Achſen zweier Sphären wirkſam denken.

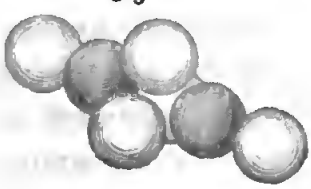
Ein ſolches zuſammengeſetztes Molekül kann allein vermöge der allgemeinen Anziehungskraft, der Cohäſion, mit homogenen Molekülen vereinigt werden. Ein Stück Kali läßt ſich in kleine Theile zerlegen, ohne Störung des chemiſchen Gleichgewichts.

Da Polarität der einfachen Moleküle in der That beſteht, ſo müſſen zuſammengeſetzte Moleküle gleichfalls Polarität beſitzen. Dieſe Vorſtellung hat keine Schwierigkeit, wenn aus einem Atom von jedem Element zuſammengeſetzte Körper eine binäre Verbindung geben, wie das Kaliumoxyd; aber wenn zwei, drei oder mehrere Moleküle des einen mit einem oder zwei vom andern ſich vereinigen, dann iſt es ſchwer, ſich von der Art und Weiſe der Verbindung Rechenſchaft zu geben. Wie ſoll man ſich z. B. die Polarität der Schwefelſäure und Phosphorſäure vorſtellen?

Fig. 1.

SO_3

Fig. 2.



P_2O_5

Es iſt wahrſcheinlich, daß die Sauerſtoffmolekule, welche hier die größte Zahl ausmachen, um das andere vom Schwefel und Phosphor vertheilt ſind, und daß ein Theil derſelben die Kraft (K) vom Schwefel und Phosphor neutraliſirt; aber wie (K) im Schwefel und Phosphor vertheilt iſt, kann man ſich mit einiger Wahrſcheinlichkeit nicht denken, eben ſo wenig, als wie viel vom (O) übrig bleibt, um nach außen wirken zu können.

In jedem Falle iſt es wahrſcheinlich, daß die einfachen und zuſammengeſetzten Molekule ſich in beſtimmten Richtungen vereinigen, und daß durch die Form, welche die zuſammengeſetzten Molekule erhalten, ihr Charakter beſtimmt wird. So ſehen wir einen natürlichen Zuſammenhang zwiſchen der Gruppirung der Atome und dem Iſomorphismus, zwiſchen ihrer Anzahl und der Kryſtallform. Wenn die Atome der Schwefelſäure und Selenſäure auf gleiche Weiſe gruppirt ſind, ſo kann man ſich von der Erſcheinung leicht Rechenſchaft geben, daß beide Säuren mit derſelben Baſis iſomorphe Salze bilden, obſchon ſich aus der Gruppirung der Atome die Kryſtallform nicht vorausbeſtimmen läßt.

Noch viel größer wird dieſe Schwierigkeit, welcher wir eben bei der Verbindung mehrerer Molekule zu einem Ganzen begegneten, bei der Vorſtellung von Polarität organiſcher ſehr zuſammengeſetzter Molekule. Wie die Atome im Zucker unter einander verbunden ſind, iſt nicht auszumachen, eben ſo wenig bei vielen anderen organiſchen Stoffen. Aber es iſt gewiß, daß die Polarität auch hier nicht verloren gegangen iſt, da Zucker ($C_{12}H_{12}O_{11}$) 2 Aeq. Waſſer enthält, und dieſe durch 2 Aeq. Bleioxyd erſetzt werden können; daß alſo ein beſtimmtes Verhältniß zwiſchen 2 Aeq. Sauerſtoff, 2 Aeq. Waſſer und Bleioxyd und 9 Aeq. Sauerſtoff von $C_{12}H_{18}O_9$ ſtattfindet. Es iſt offenbar, daß der Sauerſtoff des Zuckers nach der Vereinigung mit Kohlenſtoff und Waſſerſtoff und nach Neutraliſation einer gewiſſen Quantität der Kräfte (K), durch die Kraft (O) noch einen Theil übrig behalten hat, um es dem Waſſer oder Blei-

oxyd gegenüber zu setzen, welche ihrerseits (K) besitzen. Die Elemente des Zuckers lassen den 9 Aeq. Sauerstoff nach Abzug der durch Neutralisation von Kohlenstoff und Wasserstoff unwirksam gewordenen Quantität noch ein Vermögen übrig, andere Körper aufzunehmen, und zwar in einer solchen Menge, welche der Sättigungscapacität von 2 Aeq. Schwefelsäure entspricht. Nämlich

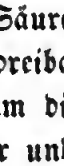
$C_{12}H_{18}O_9$ sättigen 2 PbO
2 SO_3 sättigen 2 PbO.

Wenn wir nun in den Elementen der Schwefelsäure und des Bleioxyds Polarität annehmen und uns vorstellen, daß sämmtliche vom Sauerstoff, Schwefel und Blei ausgehenden Kräfte in der Richtung der Resultanten auf einander einwirken, so müssen wir uns auch die Kräfte der Elemente des Zuckers zu einer gleichen Resultante zusammengesetzt denken, welche in grader Richtung der aus dem Bleioxyd hervorgehenden Resultante entgegenwirkt. Aber wie sich jene daraus construiren läßt, ist nicht mit der geringsten Wahrscheinlichkeit zu bestimmen.

Es giebt indessen eine Klasse organischer Körper, bei denen die Gruppirung der Moleküle nicht zweifelhaft ist, diejenigen nämlich, deren Radikale wir kennen: Acetyl, Formyl, Aethyl, Methyl u. s. w. Bei Verbindungen, deren Radikale wir noch nicht kennen, ist jede Annahme fruchtlos.

In dem Falle nun, wo einfache Körper nur ein Aeq. von einem andern aufnehmen können, sind sie wahrscheinlich unipolar, wenn zwei, bipolar u. s. w. Das Gleiche gilt von zusammengesetzten Körpern. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß die Moleküle von zwei-, drei-, vier-, fünfbasischen Säuren ebenso viel polar sind, und daß bei einer dreibasischen Säure (Fig. 3) die drei Aeq. Wasser um die Säure herum liegen, oder 2 Aeq. Wasser und 1 Aeq. Basis oder 1 Aeq. Wasser und 2 Aeq. Basis oder 3 Aeq. Basis.

Fig. 3.



c. Einfluß der Umſtände auf die chemiſchen Kräfte.

Die Erfahrung lehrt, daß ein Körper den andern aus ſeinen Verbindungen verdrängen kann; daraus folgt, daß in den verſchiedenen Stoffen unter ſonſt gleichen Umſtänden die chemiſchen Kräfte ungleichmäßig vertheilt ſind. Schwefelwaſſerſtoff wird z. B. unter Ausſcheidung von Schwefel durch Jod zerſetzt, Jodwaſſerſtoff durch Brom, Bromwaſſerſtoff durch Chlor. Dieſe einfachen Körper folgen alſo in Hinſicht ihrer Vereinigungskraft in dieſer Ordnung auf einander; Chlor, Brom, Jod, Schwefel. Von den Metallen: Silber, Kupfer, Blei, Zink, ſchlägt immer das zunächſt folgende das vorhergehende aus deſſen Auflöſung nieder. Das letzte zeigt alſo die größte, das erſte die geringſte Verwandtſchaft. Die Alkalien und alkaliſchen Erden haben gegen Schwefelſäure in folgender Ordnung die ſtärkſte Affinität: Baryt, Strontian, Kali, Natron, Kalk, Magneſia, Ammoniak.

Gleichwohl erleiden die chemiſchen Kräfte unter Umſtänden ſo mannichfache Modificirungen, daß es nach wie vor unmöglich bleibt, beſtimmte Regeln darüber feſtzuſetzen. Iſt z. B. ein Körper flüchtig, ſo wird er um ſo leichter aus ſeinen Verbindungen ausgetrieben, wie die Kohlenſäure und die noch viel ſtärkere Salzſäure; Phosphorſäure iſt durch ihre Feuerbeſtändigkeit im Stande, ſelbſt die Schwefelſäure zu verjagen. Auch die ſehr ſchwache Kieſelſäure, welche aber nicht flüchtig iſt, treibt manche anderen ſtärkeren Säuren beim Glühen aus.

Durch die Neigung eines Körpers, eine unauflösliche Verbindung einzugehen, wird die Vereinigungskraft bedeutend unterſtützt. Kohlenſaures und eſſigſaures Kali liefern dafür ein treffendes Beiſpiel. Iſt kohlenſaures Kali im Waſſer gelöſ't, ſo wird die Kohlenſäure durch Eſſigſäure ausgetrieben; aber in Alkohol gelöſ'tes eſſigſaures Kali wird

durch Kohlenſäure zerſetzt, weil das kohlenſaure Kali in Alkohol unlöslich iſt. Bei doppelter Zerſetzung verbinden ſich meiſt die Baſen und Säuren mit einander, welche die wenigſt auflöslichen Salze bilden.

Die Verwandtſchaft bietet unter Umſtänden die paradoxe Erſcheinung dar, daß manche Körper ſich viel leichter verbinden, wenn zuvor ein anderer verdrängt werden muß, als wenn ſie unmittelbar auf einander einwirken. Waſſerfreier Kalk abſorbirt keine Kohlenſäure, aber Kalkhydrat ſehr leicht. Aethyloxyd verbindet ſich unmittelbar nicht mit Säuren, aber wohl, wenn die Säure aus dem Alkohol erſt Waſſer verdrängen muß. Bei der Auflöſung eines Metalls in Salzſäure wird der Waſſerſtoff durch das Metall ſubſtituirt, aus $M + Cl_2H_2$ entſteht $MCl_2 + H_2$. In dieſem Falle verbindet ſich in Folge der Subſtitution Chlor ſehr leicht mit dem Metall, während ſich das Metall und das Chlor manchmal unmittelbar gar nicht oder nur ſehr ſchwer vereinigen laſſen. Wahrſcheinlich iſt der doppelten Zerſetzung der Salze die doppelte Subſtitution ſehr förderlich (Graham, überſetzt von Otto, I, pag. 357).

Nach Graham iſt auch das Vermögen des Kieſelſäure- und Thonerdehydrats, Verbindungen einzugehen, während ſie ſich nach dem Glühen ſo ſchwer vereinigen laſſen, einer Subſtitution zuzuſchreiben.

Abſolute Unlöslichkeit iſt nicht allein Urſache der doppelten Zerſetzung der Salze, ſondern ſie findet auch dann ſchon Statt, wenn eine der beiden neuen Verbindungen oder beide ſchwerer löslich ſind, als die urſprünglichen Salze, z. B. ſchwefelſaures Natron und ſalpeterſaures Kali. Wird eine Löſung von ſchwefelſaurem Kupfer mit Chlornatrium vermiſcht, ſo ändert ſich die blaue Farbe in grüne um, zum Beweiſe, daß Kupferchlorid entſtanden iſt. Dies beruht vielleicht bloß auf einer Verwandtſchaft, da Salzſäure das ſchwefelſaure Kupfer und Schwefelſäure das Chlornatrium zerſetzt.

Zu den Umſtänden, von denen die chemiſche Verwandtſchaft zum Theil abhängig iſt, gehört auch der Druck. Aus verdünnter Schwefelſäure und Zink wird bei ſtarkem Druck kein Waſſerſtoff entwickelt, während nach Aufhebung deſſelben ſogleich wieder raſche Gasentwickelung erfolgt.

Kohlenſaurer Kalk kann in einem geſchloſſenen Raume ſtark geglüht werden, ohne daß Kohlenſäure entweicht. Aber leitet man über glühenden kohlenſauren Kalk atmoſphäriſche Luft oder Waſſerdampf, ſo wird alle Kohlenſäure ausgetrieben. Eiſenoxyd in einem Strome von Waſſerſtoffgas geglüht, giebt Waſſer und metalliſches Eiſen; aber Waſſerdampf über glühendes Eiſen getrieben, giebt Waſſerſtoffgas und Eiſenoxyd. Hier iſt es die den feſten Körper umgebende Atmoſphäre, welche die Verwandtſchaft modificirt; und dieſe Erſcheinungen gehören in das Gebiet der Diffuſionserſcheinungen der Gaſe. Solche und ähnliche Umſtände ſind alſo, wie wir ſehen, für die Vereinigung und Trennung der Körper von ſehr weſentlichem Einfluß.

Wenn die Körper ſich in mehreren und zwar beſtimmtern den natürlichen ganzen Zahlen entſprechenden Verhältniſſen verbinden, ſo müſſen auch den Kräften, von welchen jene Verhältniſſe abhängen, verſchiedene Werthe zugeſchrieben werden, und wir müſſen uns vorſtellen, daß ein Element, welches ſich bereits mit einem andern in irgend einem Verhältniſſe vereinigt hat, von dieſem erſt dann wieder eine neue Quantität aufzunehmen vermag, wenn die chemiſche Thätigkeit wieder bis zu einem gewiſſen Grade geſteigert iſt.

Wird z. B. Eiſen an der Luft ſchwach erhitzt, ſo bildet ſich Eiſenoxydul, bei ſtärkerem Erhitzen Eiſenoxyd. Wie können nun durch ein und dieſelbe Urſache, wie die Wärme, Eiſen und Sauerſtoff ſich in zwei verſchiedenen Proportionen verbinden?

Nehmen wir an, daß bei gewöhnlicher Temperatur der

Luft Eisen und Sauerstoff ein Vereinigungsbestreben haben, daß aber noch kein Verhältniß zwischen den Kräften (K) und (O) besteht, so oxydirt sich das Eisen nicht. Dies ist der Fall in trockner Luft. Durch Erhitzen des Eisens wird darin die Kraft (K), und in dem umgebenden Sauerstoff die (O) Kraft geweckt. Nur dann, wenn unter diesen Verhältnissen die beiden entgegengesetzten Kräfte ein gleich großes Maximum bekommen, findet Neutralisation und Vereinigung zu Eisenoxydul Statt. Dies Maximum wird in schwacher Rothglühhitze erreicht. Erhitzen wir Eisenoxydul und Sauerstoff noch höher, so wachsen die Kräfte von Neuem, und wenn sie wiederum ein Maximum erreicht haben, wird Eisenoxyd gebildet.

Wieder ganz anders müssen wir uns die Entstehung anderer Verbindungen erklären. Der Schwefel z. B. oxydirt sich zu schwefliger Säure oder Schwefelsäure nur unter bestimmten und ganz verschiedenen Verhältnissen.

Bei der Verbrennung in der Luft wird durch die hohe Temperatur im Schwefel die Kraft (K) und im Sauerstoff (O) geweckt, in dem Maaße, daß in Folge ihrer Neutralisation schweflige Säure entsteht. Ganz anders verhält es sich mit der Oxydation zu Schwefelsäure. Hier kommt die schweflige Säure mit einem Stoff in Berührung, welcher bekanntlich in anderen Körpern die chemische Thätigkeit anregen und dabei selbst 1 Aeq. Sauerstoff abgeben kann, nämlich die salpetrige Säure N_2O_3. Diese weckt in der schwefligen Säure die Kraft (K) von Neuem und befördert die Vereinigung mit 1 Aeq. Sauerstoff noch dadurch, daß sie jener, wie wir uns ausdrücken, den Sauerstoff im statu nascenti darbietet; mit anderen Worten: die schweflige Säure, welche mit freiem Sauerstoff gemengt sich nicht oxydirt, vereinigt sich leicht mit dem der salpetrigen Säure, weil diese der Kraft (K) der schwefligen Säure ein entsprechendes Quantum (O) entgegengesetzt. Denn der Sauerstoff muß in dem

Augenblicke, wo er der ſalpetrigen Säure entzogen wird, eine gleiche Quantität (O) beſitzen, welche bei der frühern Vereinigung mit Stickoxyd: N_2O_2 in ihm geweckt war. Auf gleiche Weiſe wirkt die ſalpetrige Säure bei der Auflöſung des Goldes in Salpeterſäure, nämlich erſtens dadurch, daß ſie im Golde die Kraft (K) weckt und daß ſie ferner jenem (K) in dem, im statu nascenti befindlichen, Chlor die Kraft (O) entgegenſetzt.

Bei gewöhnlicher Temperatur verbindet ſich Phosphor mit Sauerſtoff und bildet die phosphorige Säure. Zur Erzeugung der Phosphorſäure bedarf es einer höhern Temperatur, nämlich der Verbrennungstemperatur des Phosphors.

Es iſt alſo bald dieſer, bald jener Umſtand, oft die Anweſenheit eines dritten Stoffs, oft erhöhte Temperatur, Licht, oder Elektricität, welche die ſchlummernden Kräfte wecken und einfache und zuſammengeſetzte Körper disponiren, neue Verbindungen einzugehen.

d. Katalyſe; Moleküle in Bewegung.

Berzelius hat mit dem, was er »Katalyſe« *) nennt, auf ein Vermögen mancher Stoffe aufmerkſam gemacht, durch bloße Gegenwart chemiſche Thätigkeit zu wecken, ohne ſelbſt dabei chemiſch verändert zu werden. Dieſe Kraft unterſcheidet ſich alſo von der gemeinen chemiſchen Thätigkeit, welche von einem Körper ausgeht und ſich auf den andern überträgt, welche aber immer auf beide zurückwirkt, wie dies der Fall iſt, wenn Schwefelſäure und Natron ſich neutraliſiren. Kommt Sauerſtoff mit Blei in höherer Temperatur in Berührung, ſo verbinden ſie ſich gleichfalls. Selbſt wenn die Wirkung bloß vom Sauerſtoff aus auf das Blei überginge, ſo würde erſterer dennoch an der Vereinigung Theil nehmen.

Ganz anders verhält es ſich mit den katalyſirenden

*) Jahrbuch für 1836 von Schumacher p. 88.

Stoffen. Platinaſchwamm condenſirt Waſſerſtoffgas, und wenn Sauerſtoff dazu kommt, wird Waſſer gebildet, ohne daß das Platin ſelbſt eine Veränderung erleidet. Hunderte von Pfunden Waſſerſtoff und Sauerſtoff laſſen ſich durch ein kleines Stückchen Platinſchwamm vereinigen. Es geht alſo vom Platin eine Kraft aus, welche Wirkungen hervorbringt, an denen das Platin ſelbſt nicht Theil nimmt. Dieſe Kraft nennt Berzelius Katalyſe. Was für eine Kraft dies ſei, iſt nicht recht klar, aber es iſt erwieſen, daß ſehr viele ähnlicher Art den chemiſchen Körpern inwohnen.

Unter den Stoffen, welche chemiſche Thätigkeit in andern wecken und ſelbſt eine Rückwirkung erleiden, ſind ohne Zweifel die meiſten durch katalytiſche Kraft angeregt. Vielleicht iſt die Katalyſe bei allen chemiſchen Verbindungen und Zerſetzungen im Spiel; ſo daß z. B., wenn ſich Schwefelſäure und Natron verbinden, von beiden Kräfte ausgehen, gleich der des Platins, wenn es mit verſchiedenen Gaſen in Berührung kommt. Man kann die, chemiſche Thätigkeit erregende, Kraft geradezu Katalyſe nennen; mag nun der katalyſirende Körper ſelbſt totale Veränderung erleiden, oder ganz außerhalb des Wirkungskreiſes ſeiner chemiſchen Thätigkeit bleiben. Zu den rein katalytiſchen Erſcheinungen werden indeſſen nur diejenigen gezählt, wo den Vereinigung bewirkenden Stoffen ſelbſt die Fähigkeit mangelt, an derſelben Theil zu nehmen.

Nicht bloß als Schwamm beſitzt das Platin jene Eigenſchaft, ſondern auch als zuſammenhängende feſte Maſſe, ſo daß, wenn man in ein Gasgemenge von Waſſerſtoff und Sauerſtoff ein Platinblech bringt, nach einigen Stunden alles Gas verſchwunden und Waſſer gebildet iſt.

Platin iſt wiederum nicht das einzige Metall; alle poröſen Körper haben jenes Vermögen in größerem oder geringerem Grade. Thénard und Dülong haben darüber eine Menge Verſuche angeſtellt und dargethan, daß auch

Glaspulver und andere Körper, aber erſt bei einigermaßen erhöhter Temperatur, dieſelbe Eigenſchaft beſitzen; Glas z. B. bei 300°, Gold und Silber bei einer etwas niedrigeren Temperatur.

Schon früher hat Humphry Davy gefunden, daß Platin, den Dämpfen von Alkohol und Aether ausgeſetzt, erglühte und eine Vereinigung jener Körper mit dem Sauerſtoff der Luft bewirkte. Edmund Davy entdeckte darauf den Platinmohr und deſſen Vermögen, mit Alkohol befeuchtet zu erglühen und Eſſigſäure zu erzeugen. Noch vor der Entdeckung von Thénard und Dülong hat Döbereiner gezeigt, daß Waſſerſtoff und Sauerſtoff durch Platinſchwamm entzündet werden. Thénard und Dülong wieſen jene Eigenſchaft noch für viele andere Körper nach.

Dieſen Erſcheinungen hat Berzelius noch die des Waſſerſtoffſuperoxyds angereiht, welches, in Berührung mit Platin, Silber, Manganſuperoxyd und ſelbſt mit organiſchen Stoffen, wie dem Faſerſtoff, in Waſſer und Sauerſtoff zerfällt*).

Ueberall, wo der feſte Körper ſich mit allem Sauerſtoff verbindet, iſt natürlich nur die gemeine chemiſche Kraft thätig; aber wo eine ſolche Vereinigung nicht Statt findet und die bloße Berührung Urſache der Zerſetzung iſt, nennt Berzelius die Erſcheinung Katalyſe.

Dazu muß ferner die Umwandlung des Alkohols in Aether durch Säuren gerechnet werden. Schwefelſäurehydrat, in welches man bei erhöhter Temperatur Alkohol eintropft, verdünnt ſich nicht, ſondern es deſtillirt ein Gemenge von Aether und Waſſer über. Die Schwefelſäure katalyſirt alſo bei jener Temperatur die Elemente des Alkohols zu Aether und Waſſer, ohne ſelbſt mit einem der beiden ſich zu ver-

*) Daß hierbei auch ein Theil des Sauerſtoffs vom Faſerſtoff aufgenommen und Oxy-Protein gebildet wird, iſt bereits bekannt (Scheikondige onderzoekingen, D. 1).

binden. Andere, zumal ſtärkere Säuren wirken auf gleiche Weiſe.

Hieher gehören auch noch die Veränderungen, welche Stärke durch Schwefelſäure erleidet, wenn ſie in Dextrin oder in Zucker verwandelt wird; ferner die Verwandlung der Stärke, des Gummis und des Zuckers durch Säuren in Humusſäure, Ulminſäure und Ameiſenſäure, endlich die Einwirkung des Emulſins auf Amygdalin. In dieſe Reihe von Erſcheinungen bringt Berzelius noch manche andere aus dem Bereiche der organiſchen Chemie, z. B. die Veränderung der Stärke in Gummi und Zucker durch Diaſtaſe, die des Zuckers in Kohlenſäure und Alkohol durch Ferment; und die mannigfachen Umſetzungen der organiſchen Gebilde im Thier- und Pflanzenkörper.

Ohne Zweifel kann die Wirkungsweiſe der Diaſtaſe dahin gerechnet werden. Eine äußerſt geringe Menge deſſelben zerſetzt eine große Quantität Stärke; aber es iſt auch möglich, daß die Diaſtaſe ſelbſt in Veränderung begriffen, und daß hier alſo keine reine katalytiſche Kraft wirkſam iſt. Beſonders iſt das bei dem Ferment der Fall, wenn es den Zucker in Kohlenſäure und Alkohol zerlegt, und wahrſcheinlich viel mehr noch bei den thieriſchen Sekretionen.

Dies hat Liebig bewogen, die Katalyſe ganz und gar zu leugnen*) und die Sache auf eine ganz andere Weiſe zu erklären. Er nimmt nämlich in den Stoffen, welche nach Berzelius Anſicht die Fähigkeit beſitzen, Kräfte zu wecken ohne an dem Erfolge Theil zu nehmen, chemiſche Kräfte in Thätigkeit an und meint, daß dadurch dieſelbe chemiſche Thätigkeit auch in anderen Stoffen geweckt werden kann. Hierauf hat Liebig den von La Place und Berthollet ausgeſprochenen Satz in Anwendung gebracht: daß nämlich ein in Bewegung geſetztes Molekül ſeine Bewegung

*) Chimie organique, Introduction.

einem andern mitzutheilen vermag, welches ſich damit in Berührung befindet. Die Hefe iſt nach Liebig in einer fortdauernden Zerſetzung begriffen, wobei ſie in ihre Elemente zerfällt, und iſt vermöge dieſer Umſetzung ihrer Elemente im Stande, auch das Gleichgewicht der chemiſchen Kräfte im Zucker zu ſtören und die Zerſetzung in Alkohol und Kohlenſäure zu veranlaſſen.

Obgleich es bewieſen zu ſein ſcheint, daß das Ferment bei der Alkohol-Gährung verändert wird und daher nicht eigentlich den Zucker katalyſirt, ſo gehört doch dieſe Reihe chemiſcher Erſcheinungen nicht zu den gewöhnlichen. Wir müſſen daher drei Arten chemiſcher Wirkung unterſcheiden:

1. Diejenige, welche von einem Stoff ausgeht, ohne ihn ſelbſt zu afficiren, ſondern welche bloß auf andere Körper übertragen wird (Katalyſe).

2. Diejenige, welche von einem Stoff auf einen andern übergeht, wobei auch der erſtere ſich zerſetzt, ohne indeß den neuen Produkten einen ſeiner Beſtandtheile zu leihen (Fermentation).

3. Diejenige, welche auf die Stoffe, von denen ſie ausgeht, zurückwirkt, wo beide an der Zerſetzung Theil nehmen und gemeinſchaftliche Produkte liefern (gewöhnliche chemiſche Wirkung).

Von dieſer letzten chemiſchen Thätigkeit iſt bereits hinlänglich die Rede geweſen; wir wollen daher nur bei den beiden erſten ein wenig verweilen.

Katalyſe. Meiner Anſicht zufolge übt das Platin bei der Verbindung von Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu Waſſer, die Schwefelſäure bei der Aetherbildung und der Verwandlung der Stärke in Gummi und Zucker, und verdünnte Säure bei der Verwandlung des Zuckers in Gummi eine ganz beſondere von der gewöhnlichen chemiſchen Thätigkeit verſchiedene Wirkung aus. Mit Unrecht ziehen wir manche ähnliche Erſcheinung in das Gebiet der rein chemiſchen Wir-

kung. Z. B. bei der Auflöſung des Goldes oder des Platins in Königswaſſer nimmt die ſalpetrige Säure an der Verbindung keinen Theil; und doch iſt die Gegenwart der ſalpetrigen Säure oder eines andern kräftigen Agens durchaus nothwendig, ſoll ſich das Chlor mit jenen Metallen vereinigen.

Noch ſtärker fällt dies an einem ſchon oben angeführten Beiſpiel in die Augen, wo nämlich ein Körper, deſſen Gegenwart für die Vereinigung zweier Stoffe unerläßliche Bedingung iſt, nach ihrer Verbindung wieder ausgeſchieden wird, ich meine das Waſſer in Berührung mit Kalk und Kohlenſäure (S. 43), ohne deſſen Mitwirkung jene unverbunden bleiben, ſo wenig es ſelbſt an der neuen Verbindung Theil nimmt.

Mit welchem Namen wir auch die Urſache dieſer Erſcheinungen belegen mögen, es bleibt gewiß, daß manche Stoffe andere zur Vereinigung disponiren, ſo daß ohne ſie jene nicht erfolgen würde. Was Berzelius Katalyſe nennt, iſt alſo eine beſondere Art der Fähigkeit, chemiſche Thätigkeit zu wecken.

Wie können wir uns die katalytiſche Wirkung vorſtellen?

In den Elementen ruhen gewiſſe Molekularkräfte, deren wir eine kennen gelernt haben als ſehr vermögend, Vereinigung ungleichartiger Stoffe zu bewirken. Meiſtens erſtreckt ſich ihre Thätigkeit auf die Körper, von denen ſie ausgeht, ſelbſt zurück. Katalyſe iſt dieſelbe Kraft, nur daß der Körper, von welchem ſie ausgeht, von der chemiſchen Wirkung ausgeſchloſſen bleibt.

Wenn wir durch ein Gemenge von Waſſerſtoff und Sauerſtoff einen elektriſchen Funken ſchlagen laſſen, ſo fangen zuerſt zwei Moleküle, Waſſerſtoff und ein Molekül Sauerſtoff, an ſich zu verbinden, und von hier aus theilt ſich die Wirkung der ganzen

Maſſe mit. Hier ſind in dem Sinne von La Place und Berthollet Moleküle in Bewegung. In dieſem Beiſpiel haben wir eine von zwei Molekülen Waſſerſtoff und einem Molekül Sauerſtoff ausgehende Wirkung, welche ſich einer unendlichen Menge Waſſerſtoff und Sauerſtoffmoleküle mittheilt, ohne daß jene beiden an der folgenden Wirkung ferner Theil nehmen.

Bei der Katalyſe ſehen wir etwas Aehnliches: Platinſchwamm bleibt bei der Vereinigung von Waſſerſtoff mit Sauerſtoff unverändert, aber im Vergleich mit dem durch den elektriſchen Funken entzündeten Gasgemenge zeigt ſich der Unterſchied, daß das Platin ſich in dem Zuſtande in Bewegung geſetzter Moleküle befindet, ohne daß äußere Urſachen darauf Einfluß zu haben ſcheinen.

Es wäre der Mühe werth zu verſuchen, ob Platin noch bei ſtarker Kälte jenes Vermögen beſitzt; es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß es nicht bei jeder Temperatur dieſe Eigenſchaft behalten wird. Wenigſtens äußert feines Glaspulver ein gleiches Vermögen erſt bei 300°, gleichfalls wird eine beſtimmte Temperatur erfordert, um Alkohol durch Schwefelſäure in Aether und Waſſer zu zerlegen, um Gummi aus Zucker zu erzeugen, und um Stärke in Gummi und Zucker zu verwandeln. Ein Blick auf die Reihe katalytiſcher Erſcheinungen überzeugt uns, daß der Einfluß der Temperatur jederzeit weſentlich iſt. Die Erfahrung lehrt, wie ſehr die Wärme die chemiſchen Kräfte modificirt. Am deutlichſten beweiſen dies die unzähligen Produkte der trocknen Deſtillation bei verſchiedenen Temperaturen. Wenn nun die ſogenannten katalyſirenden Körper andere dadurch katalyſiren, daß ſie die Wärme vermitteln, wenn es z. B. die Wärme iſt, welche den Alkohol in Aether und Waſſer zerlegt, aber vermittelſt der Schwefelſäure auf den Alkohol übertragen wird, dann hat die Annahme der Katalyſe nichts Anſtößiges.

Wie dem nun ſei, unzweifelhaft giebt es manche Fälle,

wo chemiſche Wirkung von einem Körper ausgeht, ohne daß er ſelbſt eine Veränderung erleidet; und obwohl dies von der gewöhnlichen chemiſchen Thätigkeit abweicht, ſo ſcheint jene Vorſtellung doch mit Nichts zu ſtreiten und nicht mehr Schwierigkeiten zu verurſachen, als wenn zwiſchen beiden chemiſch thätigen Körpern Vereinigung ſtattfindet.

Jene Eigenthümlichkeit des Platinſchwammes iſt von Manchen eine Wirkung der Oberfläche genannt, und auf gleiche Weiſe Alles, was mit jener Wirkung des Platins übereinkommt, der Flächenanziehung zugeſchrieben. Ich für meinen Theil verſtehe eben ſo wenig mir von Flächenanziehung, als von der Contaktwirkung eine klare Vorſtellung zu machen. Die Oberfläche kann keine chemiſche Wirkung hervorbringen; es muß der Stoff ſelbſt ſein, von dem ſie ausgeht; oder vielmehr in der Materie liegende Kräfte, welche unter gewiſſen Umſtänden, beſonders bei feiner Zertheilung, ſich äußern, während ſie ſonſt ruhen.

Wenn wir die Sache umkehren und annehmen, daß die Körper durch feine Zertheilung keineswegs ein neues Vermögen erhalten, ſondern daß im Gegentheil, wenn derbe Maſſen einander berühren, die Molekularkräfte zu wirken behindert werden und in einen ſchlummernden Zuſtand übergehen, ſo ſind wir, glaube ich, der Wahrheit am nächſten.

Derbes Eiſen beſitzt nur ein geringes Vermögen ſich zu orydiren; im fein vertheilten Zuſtande dagegen kann es ſelbſt bei einer niedrigen Temperatur mit atmoſphäriſcher Luft nicht in Berührung kommen, ohne augenblicklich zu erglühen und ſich mit dem Sauerſtoff zu verbinden. Kobalt, Nickel und Uran beſitzen dieſelbe Eigenſchaft (Magnus). Es iſt Thatſache, daß jene ſchwammartigen Metalle, welche man aus ihren Oxyden durch Reduktion vermittelſt Waſſerſtoff, und bei möglichſt niederer Temperatur erhält, aus der Luft ſchnell Sauerſtoffgas aufnehmen und verdichten; aber iſt dieſe Verdichtung die Wirkung einer dem Eiſen eigenthümlichen

Kraft, oder iſt ſie irgend einer äußern Urſache zuzuſchreiben? Und wenn es ungereimt iſt, jenes Vermögen von etwas anderm als dem Eiſen ſelbſt herleiten zu wollen, ſo fällt daſſelbe mit chemiſcher Anziehung zuſammen.

Der Ausſpruch: »corpora non agunt nisi soluta« verändert in: »corpora non agunt nisi divisa« mag dies veranſchaulichen.

Die chemiſche Wirkung iſt zwiſchen Molekülen thätig, nicht zwiſchen Maſſen. In dieſen ſind die chemiſchen Kräfte gelähmt, ſie ſchlummern. In den Molekülen, könnten wir die aller Elemente iſoliren, würden wir jene mit Energie auftreten ſehen.

Es iſt keine Frage, daß von Platinſchwamm — d. h. von Platin, welches ſo fein zertheilt iſt, daß es ſich der molekulären Form nähert — daſſelbe gilt, was wir ſo eben vom Eiſen-, Kobalt-, Nickel- und Uran-Schwamm angenommen haben. Das Platin beſitzt jene Eigenthümlichkeit ſogar im geringern Grade. Die Moleküle der anderen Metalle verdichten die Gaſe um ſich herum, und geſchieht dies mit Sauerſtoff, ſo findet gleichzeitig Oxydation Statt. Die eine Molekularwirkung iſt Folge der andern, indem beſtimmte Mengen zweier Stoffe ſich feſt an einander anſchließen und in Verbindung bleiben. Das letzte iſt bei dem Platin nicht der Fall; es beſitzt daher eine Eigenſchaft weniger als das Eiſen.

Die Aeußerungen der Molekularkräfte ohne Mitwirkung anderer Umſtände finden wir bei allen Elementen, wenn wir ſie nur fein genug zertheilen können. Eine Menge Metalle in Pulverform entzünden ſich im Chlorgas bei gewöhnlicher Temperatur. Das Vermögen, Glühhitze und eine chemiſche Vereinigung zu erzeugen, iſt im Chlor und dem Metall vorhanden; es bedarf bloß der gegenſeitigen Berührung, um jene Phänomene hervorzubringen. Weinſaures Blei giebt beim Erhitzen fein zertheiltes Blei ($Pb\,O + C_4\,H_4\,O_5 = Pb +$

$4CO + 2H_2O$). Dieſes Blei iſt ein vortrefflicher Pyrophor und kann mit der Luft nicht in Berührung kommen, ohne ſich augenblicklich zu oxydiren, ſelbſt wenn es zuvor mit Kohlenſäure geſättigt iſt. Die ganze Klaſſe der pyrophoriſchen Körper zeigt es uns noch deutlicher, wie wirkſam und kräftig ſich die Elemente beweiſen, wenn wir ſie nur in einem fein vertheilten Zuſtande in Berührung bringen. Phosphor und tropfbar flüſſiges Brom vereinigen ſich mit Heftigkeit. Tränkt man ein Papier mit einer Auflöſung von Phosphor in Schwefelkohlenſtoff, ſo verdampft letzterer an der Luft und läßt ſehr fein vertheilten Phosphor zurück, welcher ſogleich Sauerſtoff aus der Luft aufnimmt, ſich erhitzt und das Papier entzündet.

In allen dieſen Erſcheinungen kann man nichts anders als Molekularkräfte, welche man auch chemiſche nennt, erblicken; deren Wirkung nicht von den Maſſen, ſondern von den zunächſt liegenden Molekülen ausgeht.

Deshalb verhalten ſich die chemiſchen Stoffe als chemiſche auch ganz anders, als ſie ſich uns in Maſſen zeigen.

Es giebt noch einen Körper, welcher beſondere Aufmerkſamkeit verdient, nämlich die Kohle im fein vertheilten Zuſtande. Ihre Eigenſchaft, Gaſe zu verdichten und Metallſalze, Farbeſtoffe u. ſ. w. zurückzuhalten, wird einer Flächenanziehung zugeſchrieben. Hier ſehen wir indeſſen in ſo vielen Fällen rein chemiſche Wirkung auftreten, daß über die eigentliche Urſache kein Zweifel ſein kann. Friſch ausgeglühte Kohle zu größeren Maſſen angehäuft und der Luft ausgeſetzt, geräth in Brand, Schwefelwaſſerſtoff und Sauerſtoff, gleichzeitig davon abſorbirt, bilden Waſſer, und Schwefel ſcheidet ſich aus.

Eine Auflöſung von eſſigſaurem Blei, durch Kohle filtrirt, läßt metalliſches Blei mit der Kohle verbunden zurück.

Stellen wir alſo feſt, daß die bekannten Eigenſchaften der Kohle von der chemiſchen Tenſion der Kohlenſtoff-Mole-

küle abzuleiten ſind, welche bei der ſehr poröſen Kohle durch Cohäſion nicht geſchwächt iſt.

Platin beſitzt in einem hohen Grade chemiſche Tenſion, aber der Art, daß ſie nicht auf daſſelbe zurückwirkt. Auch als derbe Maſſe mangelt ihm die Tenſion eben ſo wenig ganz, als ein Stück Eiſen das Vermögen, Sauerſtoff anzuziehen und ſich damit zu verbinden, ganz verloren hat.

Aus dem Obigen folgt, daß wir berechtigt ſind, die Wirkungen, welche von Stoffen ausgehen, ohne auf ſie zurückzuwirken, durch einen beſondern Namen zu unterſcheiden, und daß wir Berzelius durch die Unterſcheidung der Katalyſe eine beſtimmte Bezeichnung für eine Art der gewöhnlichen chemiſchen Wirkung verdanken.

Was wir gewöhnlich mit dem status nascens bezeichnen, iſt ein Zuſtand der Elemente, in welchem ſie ſowohl analytiſche als katalytiſche Erſcheinungen darbieten, in welchem ſie ſich — frei und unverbunden und außer dem Einfluß der Cohäſion — verhalten, wie ſie als chemiſche Körper eigentlich ſind, thätig und befähigt, auf andere Körper einzuwirken, ſchlummernde Kräfte zu wecken und Verbindungen und Scheidungen hervorzubringen, woran ſie ſelbſt entweder ganz oder gar keinen Antheil nehmen. Der status nascens iſt der eigentliche status chemicus der Körper. Darin zeigen ſie ſich, wie ſie eigentlich ſind, die Elemente ſowohl, wie die zuſammengeſetzten Körper. In dieſem Zuſtande befinden ſich die meiſten organiſchen Stoffe, dem status nascens müſſen die vielen Eigenthümlichkeiten deſſelben zugeſchrieben werden.

In dieſem Sinne ſcheint mir das, was Liebig Bewegung eines Moleküls genannt hat, aufgefaßt werden zu müſſen. Denn was chemiſche Veränderungen erzeugt, kann nicht eine bloße Bewegung ſein, ſondern kann nur herrühren von einer in Wirkſamkeit befindlichen chemiſchen Thätigkeit, von geſtörtem chemiſchen Gleichgewicht, von der Ueberwindung der Cohäſionskraft und der Zurückführung der Elemente in

ihren freien ungebundenen, eigentlich chemiſchen molekulären Zuſtand.

Geſtörtes chemiſches Gleichgewicht. In gewiſſen Körpern thätige chemiſche Kräfte haben die Fähigkeit, in andern Stoffen ähnliche Kräfte in Anregung zu bringen. Beſonders die organiſche Natur liefert dazu unzählige Beiſpiele, und keins iſt auffallender, als die thieriſche Ernährung. Das Blut, eine homogene Flüſſigkeit, ſtrömt durch ſehr verſchiedene Körpertheile. In den Muskeln ſetzt es Muskelfaſer ab, in der Leber die Beſtandtheile derſelben und die Galle, in den Nieren den Nierenſtoff und den Harn u. ſ. w.

Keiner dieſer Stoffe kommt in einiger Menge im Blute vor, von manchen ſogar nicht die geringſte Spur. Aber die vier Elemente, aus denen alle gebildet ſind, finden ſich im Protein und deſſen Verbindungen und dem Farbeſtoffe des Blutes. Durch bloße Katalyſe können ohne Zweifel die Elemente des Proteins in der Leber u. ſ. w. umgeſetzt und daraus Leberſubſtanz und Galle gebildet werden, d. h bloße Berührung der Leberſubſtanz mit den Beſtandtheilen des Blutes reicht dazu hin, ohne daß die Vereinigungskräfte, welche in der Leber u. ſ. w. ruhen, auf das Protein einwirken und deſſen Beſtandtheile chemiſch verändern.

Aber ohne Zweifel kommen auch andere Urſachen dabei mit in Betracht. In der Leber geht von Anfang ihres Beſtehens an ein beſtändiger Wechſel ihrer Beſtandtheile vor ſich, chemiſche Kräfte ſind in ihr in Thätigkeit. Stetiger Stoffwechſel iſt das Hauptkennzeichen der lebenden organiſchen Körper. Jene Kräfte vermögen das chemiſche Gleichgewicht anderer Stoffe zu ſtören und neue Verbindungen hervorzubringen. Wenn nun die Elemente des Blutes, die Proteinverbindungen, der Farbſtoff u. ſ. w. in eine in chemiſcher Wirkſamkeit begriffene Leber eintreten und daſelbſt mit der Galle und der in ſtetiger Veränderung begriffenen Leberſubſtanz in Berührung kommen, ſo muß der einmal eingeleitete

Stoffwechſel ſich den Beſtandtheilen des Blutes mittheilen und die Gallenabſonderung u ſ. w. unterhalten. Iſt umgekehrt das Blut in Zerſetzung begriffen, ſo muß die Thätigkeit ſich auf die Elemente der Leberſubſtanz fortpflanzen. Derſelbe Proceß wiederholt ſich in allen übrigen Organen.

Wie aber die Zerſetzung urſprünglich beginnt, ob ſie vom Blut oder dem abſcheidenden Organ ausgeht, oder ob beide gleichzeitig daran Theil haben, wiſſen wir eben ſo wenig, als uns bekannt iſt, wie der erſte Keim zu einem ganzen Organ, von der Leber entſteht, oder wie der Samen des Thieres zu einem Thier wird. Aber das Anhalten der Wirkung und die Fortdauer der Abſcheidung ſchließt ſich ganz eng an manche andere Erſcheinungen, welche wir für ſich beobachten können, und welche über dieſe thieriſchen Functionen viel Licht verbreiten; vor Allem der Gährungsproceß. Aus den Gährungserſcheinungen hat beſonders Liebig viel geſchöpft, um ſeine Ideen zu veranſchaulichen; darum wollen auch wir ſie uns zu Nutze machen.

Hefe verwandelt den Zucker in Alkohol und Kohlenſäure durch ihre eigene Zerſetzung, welche ſich einfach dem Zucker mittheilt. Setzen wir für »Hefe«, »Blut« und für »Zucker« »Leber«, ſo wird uns die Abſonderung der Galle mehr oder weniger begreiflich. Das Blut wechſelt unaufhörlich ſeine Beſtandtheile. Stetiger Stoffwechſel iſt für die organiſchen Körper Hauptbedingung ihrer Fortdauer. Die Leber nimmt fortwährend neue Stoffe auf, während ſie andere verliert. Das verſteht man unter Ernährung.

Bei dieſer Umſetzung des Blutes in Leberſubſtanz werden chemiſche Kräfte geweckt, welche ſich den Elementen des Blutes mittheilen und ſo die Gallenbildung veranlaſſen, was um ſo eher geſchieht, als das Blut ſelbſt ſchon in beſtändiger Zerſetzung begriffen iſt und daher dem erhaltenen Eindruck keinen Widerſtand entgegenſetzt. Die Wirkung verändert ſich mit dem Eindruck. Daher die große Mannigfal-

tigkeit in der Abſcheidung ungleichartiger, im Zuſtande der Zerſetzung befindlicher Stoffe aus einer in gleicher Zerſetzung begriffenen Flüſſigkeit, dem Blute.

Daß übrigens bei der Ernährung Katalyſe nicht ganz ausgeſchloſſen iſt, lehrt die Reproduction des Zellgewebes, welches aus den Beſtandtheilen des Blutes gebildet werden muß, und die aller ſecernirenden Organe, welche außer der Erzeugung jenes Secrets ſich ſelbſt erhalten und aus dem Blute ihre eigenen Beſtandtheile abſcheiden können.

Dazu müſſen alle feſten Theile des Körpers, welche Proteinverbindungen ſind, gezählt werden. Die Muskeln beſitzen z. B. das Vermögen, Protein aus dem Blute abzuſondern und in Faſerſtoff zu verwandeln; umgekehrt wird bei Mangel am Protein im Blute das Fibrin aus der Muskelfaſer aufgenommen und daraus wieder Blut-Protein erzeugt, z. B. bei langwierigen Krankheiten und der Auszehrung. Es iſt alſo eine Eigenthümlichkeit der Muskelfaſer, bei Ueberfluß von Protein im Blute durch bloßen Contakt Muskel-Fibrin zu erzeugen. Man muß dieſe Erſcheinung derſelben Urſache zuſchreiben, durch welche Kryſtalle aus Salzauflöſungen anſchießen. Wenigſtens iſt es eine ganz beſondere Thätigkeit, verſchieden von der gewöhnlichen chemiſchen, wenn aus dem Plasma des Blutes Faſerſtoff gebildet wird, deſſen Zuſammenſetzung ſich von der des Plasma nicht weſentlich unterſcheidet; eben ſo bei der Erzeugung der Haare, Nägel und Hörner, welche nicht abfallen.

Beſchränken wir uns jetzt darauf, den Einfluß der in Wirkſamkeit befindlichen Kräfte auf das Wecken neuer Kräfte in andern Körpern im Allgemeinen zu betrachten.

In der anorganiſchen Chemie finden wir dazu einige Beiſpiele, denen wir beſondere Aufmerkſamkeit ſchenken müſſen. Platin z. B. wird in Salpeterſäure nicht angegriffen, aber iſt es zuvor mit Silber legirt, ſo löſ't es ſich eben ſo wie das Silber. Der oxydirende Zuſtand, in welchem das

Silber ſich befindet, theilt ſich dem Platin mit, welches für ſich dieſen Zuſtand nicht annehmen kann (Liebig). Kommt Waſſerſtoffſuperoxyd mit Silberoxyd oder Bleiſuperoxyd in Berührung, ſo verliert nicht bloß jenes Sauerſtoff, ſondern auch die genannten Metalloxyde.

Die Störung des chemiſchen Gleichgewichts in einem Körper geht alſo auf den andern über, und die Bewegung, welche die Moleküle des einen Körpers erhalten haben, theilen ſich einem andern mit.

Die Elemente mancher chemiſchen Verbindungen hängen ſehr loſe zuſammen und befinden ſich in einem derartigen Zuſtande der Spannung, daß geringe äußere Urſachen hinreichen, um das chemiſche Gleichgewicht zu ſtören und neue Produkte zu erzeugen. Dahin gehört das Chloroxyd, Jodſtickſtoff, die knallſauren Salze u. ſ. w. Daß ſolche in Berührung mit anderen in Zerſetzung begriffenen Stoffen ſehr leicht das chemiſche Gleichgewicht in anderen Verbindungen ſtören, iſt leicht begreiflich. Das Waſſerſtoffſuperoxyd gehört ganz dahin. Aber die meiſten chemiſchen Körper verändern dieſe Verbindungen, dieſe Neutralität oder das Gleichgewicht der Kräfte nicht, wenn ſie nicht ſelbſt mit einem oder mehreren Elementen deſſelben ſich vereinigen können.

So entwickelt Schwefelſäure aus dem Manganſuperoxyd nur deshalb Sauerſtoff, weil ſie ſich mit dem Manganoxydul zu verbinden ſtrebt. Wärme, Licht, Elektricität u. ſ. w. können die Moleküle wohl in Bewegung ſetzen und bei verſchiedenem Grade Verbindungen hervorrufen, aber bei den organiſchen Stoffen gewahren wir, daß eine geringfügige Störung der chemiſchen Thätigkeit von einem kleinen Theil aus ſich durch die ganze Maſſe verbreitet, oder von einem Stoff auf einen andern übergeht. Wenn z. B. eine organiſche Materie an einer Stelle in Fäulniß geräth, ſo iſt binnen Kurzem die ganze Maſſe davon ergriffen. Ein Stück faules Holz, an einem geſunden befeſtigt, bringt auch dieſes bald

zum Faulen. Die geſtörte Wirkung der organiſchen Kräfte ſtört alſo ihrerſeits wieder andere. Hiermit ſteht in Verbindung, was wir bei der Kryſtalliſation und der Entzündung des Schießpulvers beobachten. Eine concentrirte Salzlöſung kann ſich lange in dieſem Zuſtande erhalten, ohne daß ſich Kryſtalle ausſcheiden; aber ſobald ein kleiner Kryſtall ſich abgeſetzt hat, folgt ſogleich eine große Menge nach. Ein Körnchen Schießpulver kann eine große Maſſe entzünden. Bei der Verdauung ſehen wir das Bilin hauptſächlich thätig, inſofern von ihm eine chemiſche Wirkung ausgeht, welche die Aſſimilation unterſtützt; denn es ſetzt ſich ſehr leicht in Bilifellinſäure und Cholinſäure um. Das ſchlagendſte Beiſpiel liefern alle Arten der Gährung.

Gährung. Sehr viele organiſche Stoffe im flüſſigen Zuſtande zeigen, wenn ſie einer beſtimmten Temperatur ausgeſetzt werden, eine innere Bewegung, es entſteht Gasentwickelung, und ſie erleiden dabei eine chemiſche Veränderung. Alle Pflanzenſäfte, beſonders die zuckerhaltigen, ſind in dieſem Falle. Eine ſolche Veränderung wird durch die verſchiedenſten Stoffe hervorgebracht, aber immer ſind es ſehr zuſammengeſetzte organiſche Körper. Je complicirter die Gruppirung der Elemente einer organiſchen Verbindung iſt, um ſo leichter vermögen ſie ſich umzuſetzen, um ſo ſchwächer ſind die Kräfte, welche ſie zuſammenhalten, um ſo eher alſo entſtehen daraus neue Verbindungen. Dahin gehören der Eiweißſtoff, Faſerſtoff und die Gallerte der Thiere, Pflanzeneiweiß, Gluten und andere jene enthaltende Stoffe. Wird einer derſelben mit einer zuckerhaltigen Flüſſigkeit gemengt, ſo beobachtet man ſogleich die bekannten Erſcheinungen jenes Proceſſes, welchen wir Gährung nennen. Nach Liebig wird Zucker dadurch in Kohlenſäure und Alkohol verwandelt, daß in Folge der Zerſetzung einer der genannten Stoffe die, die Atome des Zuckers bindenden Kräfte eine Störung erleiden; eine Zerſetzung, welche immer anhält

und, ſo lange ſie dauert, alle organiſchen chemiſchen Kräfte um ſich herum ſtört. Iſt dieſe Anſicht richtig, ſo muß Eiweiß beſtändig in einem Zuſtande der Zerſetzung begriffen ſein, oder die Fermentation erſt dann beginnen, wenn jene zuſammengeſetzten Stoffe anfangen zerſetzt zu werden, und dann muß die Zerſetzung des Eiweiß noch von etwas anderm abhängig ſein. Der erſte Fall wird nicht durch die Erfahrung beſtätigt, da die genannten zuſammengeſetzten Stoffe im organiſchen Körper nicht zugleich gebildet und zerſetzt werden können. Die Erfahrung lehrt auch, daß ſie außerhalb des Einfluſſes des Organismus einige Zeit ſich unzerſetzt bewahren laſſen, z. B. wenn ſie getrocknet ſind. Wovon nun in dem Eiweiß, der Hefe u. ſ. w. die Zerſetzung ausgeht, iſt nicht ausgemacht. Chemiſche Kräfte halten die Atome zuſammen, und jene können durch keine andere als durch chemiſche Wirkungen aufgehoben werden. Das Problem iſt alſo noch nicht gelöſ't. Es muß noch eine Urſache vorhanden ſein, von der die erſte Bewegung der Moleküle der Hefe u. ſ. w. ausgeht, wenn ſie z. B. nach dem Trocknen und langen Aufbewahren im Zuckerwaſſer Gährung veranlaßte. Nach Liebig iſt die Hefe jederzeit in Zerſetzung begriffen und pflanzt dieſe Thätigkeit auf andere Stoffe fort, welche in ihren Wirkungskreis gerathen, namentlich auf Zucker; aber immer iſt noch die Frage: wie fängt die Hefe an ſich zu zerſetzen? durch welche Urſache entſteht in ihr Umſetzung der Atome, welche ſie auch dem Zucker mittheilt? giebt es noch einen andern Stoff, welcher, wie die Hefe den Zucker, ſo die Hefe ſelbſt zerſetzt? Leiten wir die Gährung des Zuckers durch Leim ein, welcher Jahre lang unverändert aufbewahrt geweſen iſt, ſo entſteht die Frage: wie fängt dieſer Leim, wenn er Gährung veranlaßt, an, zerſetzt zu werden, wodurch geräth er in dieſen Zuſtand? Hier bleiben wir ohne Antwort, und das Räthſel iſt nicht gelöſ't. Nur dies können wir mit Liebig annehmen, daß ſehr com-

plicirte Verbindungen lose gebundene Atome enthalten, welche durch äußere Ursachen eben so leicht zersetzt werden, als die knallsauren Salze u. s. w. *). Zu diesen äußeren Ursachen gehört ohne Zweifel die Temperatur; eine Temperatur, welche die mittlere der atmosphärischen eben nicht übersteigt und, wie wir sagen, niedrig ist, welche aber deshalb complicirte Verbindungen nicht minder zu zersetzen vermag, als eine höhere Temperatur alle organischen Stoffe in eine große Reihe pyrochemischer Produkte umwandeln kann. Die Erscheinung, daß die Elemente organischer Gebilde durch verschiedene Wärmegrade in verschiedene chemische Zustände versetzt werden und sich zu neuen Verbindungen vereinigen, kann einem katalytischen Einflusse der Wärme zugeschrieben werden. Wenden wir dies auf die Pflanzenwelt, wo den Winter über sämmtliche Funktionen ruhen und mit der Frühlingswärme sich alles von Neuem belebt, und auf alle die Stoffe an, welche von dem Wärmeeinfluß mehr oder weniger afficirt werden; so haben wir wohl einiges Recht, die Wärme als die erste Ursache des chemischen Wechsels der Bestandtheile in zusammengesetzten organischen Körpern anzunehmen, welcher, einmal angeregt, auch auf andere Stoffe übertragen werden kann. Die Zersetzung der Hefe ist also ursprünglich einer bestimmten katalysirenden Temperatur zuzuschreiben.

Organische zusammengesetzte Gebilde erleiden durch die Temperaturunterschiede eine Umsetzung der Elemente, und diese Wirkung theilt sich leicht anderen Stoffen mit. Dies mögen wir einmal für bewiesen halten. Wir schreiben also der Erfahrung gemäß die erste Veranlassung zu jener chemischen Wirkung nicht dem Körper selbst, sondern der Temperatur zu und nennen dieselbe in demselben Sinne, wie es

*) Scherer hat bewiesen, daß Fibrin Sauerstoff aufnimmt und CO_2 erzeugt (Ann. d. Chem. und Pharm. 1841).

Berzelius gethan hat, katalyſirend, d. h. mit einem Vermögen begabt, die chemiſchen Kräfte der Elemente zu modificiren, bald zu verſtärken, bald zu vermindern, das chemiſche Gleichgewicht zu ſtören und neue Verbindungen zu erzeugen; grade wie Platinſchwamm Waſſerſtoff und Sauerſtoff zur Vereinigung disponirt und Schwefelſäure die Elemente des Alkohols und des Zuckers umſetzt.

Die chemiſchen Kräfte, welche durch Zerſetzung organiſcher Stoffe in unorganiſchen Stoffen geweckt werden, folgen bisweilen andern Geſetzen, als ſich in den gewöhnlichen Mineralkörpern geltend machen. Wenn z. B. ſchwefelſaures Natron, deſſen Elemente ſehr innig verbunden ſind, der Einwirkung faulender Materien ausgeſetzt wird, ſo entſteht daraus kohlenſaures Natron und Schwefelwaſſerſtoff. Die Kohlenſäure iſt ein Produkt der Fäulniß, aber die Schwefelſäure wird hier in einer von der gewöhnlichen chemiſchen Zerſetzung abweichenden Weiſe zerſetzt, ſie verliert ihren Sauerſtoff, und indem zugleich auch Waſſer zerſetzt wird, tritt der Waſſerſtoff mit dem Schwefel der reducirten Säure in Verbindung. Die zerlegende Wirkung organiſcher Stoffe pflanzt ſich alſo auch auf unorganiſche fort und giebt darin ſelbſt den gewöhnlichen chemiſchen Kräften eine andere Richtung. (Verhandeling over de Amsterdamsche wateren. 1826.)

Wenn ſo innig verbundene Atome ſchon eine ſolche Umſetzung erleiden, wie viel leichter müſſen dann die viel loſeren Verbindungen der organiſchen Stoffe zerſetzt werden, und ſolche beſonders, deren Atome bei der geringfügigſten Urſache ſich trennen und eine andere Stellung einnehmen. Auch darum ſchon geſchieht die Umlagerung der Moleküle viel leichter, weil hier ſogenannte organiſche Kräfte auf gleichartige wirken. Daher alſo die leichte Zerſetzbarkeit des Zuckers in Alkohol und Kohlenſäure und unter andern Umſtänden in Milchſäure und Mannit, die des Alkohols in Eſſigſäure u. ſ. w.

Aus den mannigfachen Veränderungen, welche Zucker durch verschiedene Agentien erleidet (in Alkohol, Ulminsäure, Oxalsäure, Zuckersäure u. s. w.), wird gefolgert, daß dessen Elemente sehr lose verbunden sind, loser, als die mancher andern Körper. Etwas Aehnliches sehen wir beim Zimmtöl, woraus, unter Einwirkung des Lichtes oder verschiedener Säure, manche neuen Produkte hervorgehen: Cinnamylwasserstoff, Zimmtsäure und eine Menge harzartiger Körper. Ohne äußere Einwirkung bleiben die Elemente des Zuckers jederzeit vereinigt und werden nur durch eine gewisse Kraft getrennt. Diese Kraft besitzt die Hefe; sie geht ursprünglich ohne Zweifel von der Wärme aus. Die Wärme ist also für die Vereinigung oder Zerlegung der Körper von unbegrenztem Einfluß, sie ist die Lebensader des chemischen Stoffwechsels.

Es sind vor Allen die stickstoffhaltigen Körper, welche sich leicht zersetzen und andern die zersetzende Kraft mittheilen. Der Stickstoff hat in Folge seiner geringen Verwandtschaft große Neigung, sich aus seinen Verbindungen loszumachen (Liebig). Fast allein nur mit Wasserstoff verbindet es sich leicht zu Ammoniak. Von dem Augenblick an, wo in einer stickstoffhaltigen Substanz die Ammoniakbildung begonnen hat, ist das chemische Gleichgewicht gestört, und die Wirkung kann sich auf andere Stoffe fortpflanzen. Es sind stickstoffhaltige Körper, welche explodiren (Jodstickstoff, knallsaure Salze u. s. w.). Organische Stoffe, welche Stickstoff enthalten, geben in Berührung mit Wasser Ammoniak; der Kohlenstoff und Sauerstoff verbinden sich in Folge der Ammoniakbildung zu Kohlensäure.

Hefe und dergleichen Stoffe bedürfen also des Wassers, um Gährung hervorzubringen, d. h. um Ammoniak und Kohlensäure zu erzeugen und um später dadurch neue Störung der chemischen Kräfte in andern Körpern zu vermitteln. Die chemischen Kräfte gehen aus von Wasserzersetzung, von

der Trennung organiſcher Elemente, von der Ammoniak- und Kohlenſäure-Bildung. Liebig weiſ't nach (pag. 15), daß Stoffe, welche ihrer Zuſammenſetzung nach gerade auch in Ammoniak und Kohlenſäure zerfallen können, äußerſt leicht zerſetzt werden. Dahin gehört die Cyanſäure. In Waſſer gelöſ't verwandelt ſie ſich momentan in Kohlenſäure und Ammoniak:

$$C_2N_2O + H_6O_3 = N_2H_6 + 2CO_2.$$

Unter Aufbrauſen entweicht Kohlenſäure, und kohlenſaures Ammoniak bleibt in der Löſung. Je mehr ſich Verbindungen einer ſolchen Zuſammenſetzung nähern, daß ſie bei der Zerſetzung jene beiden Produkte geben können, um ſo leichter ſind ſie zerſetzbar. In dieſem Falle befinden ſich nach Liebig jene Stoffe, welche Gährung hervorbringen, alſo auch das Ferment. Daß dieſe Ammoniak ſchon enthalten oder wenigſtens Ammoniakbildung leicht zulaſſen, beweiſ't die Wirkung der Alkalien, welche Ammoniak entwickeln, z. B. aus Eiweiß Fibrin u. dgl. Uebrigens unterſcheiden ſie ſich in ihrer Zuſammenſetzung weſentlich von den Verbindungen, welche, nach Abzug von Ammoniak, Kohlenſäure als Hauptbeſtandtheil übrig laſſen, z. B.

Protein	1 Aeq.	=	$C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}$
Ammoniak	5 Aeq.	=	$H_{30}N_{10}$
			$C_{40}H_{32}O_{12}$

Dieſe Verbindungen nehmen übrigens bei ihrer Zerſetzung ſehr leicht Sauerſtoff auf, wie dies bereits vom Fibrin und dem Eiweiß bewieſen iſt. (Scheikundige Onderzoekingen Deel I.)

Wenn Zucker unter dem Einfluß einer mittleren Temperatur (15°—25°) gährt, ſo entſteht daraus jederzeit Alkohol und Kohlenſäure. Eben ſo verhalten ſich viele zuckerhaltigen Säfte, wie die der reifen Früchte, der Runkelrüben, gelben Möhren und Zwiebeln. Läßt man aber jene bei 35°

bis 40° gähren, so bilden sich ganz andere Produkte. Das Albumin und Gluten der Säfte werden hierbei zerstört, der ganze Stickstoffgehalt findet sich als Ammoniak in der Flüssigkeit, während unter diesem veränderten Einfluß (der Wärme) Milchsäure, Mannit und ein dem Gummi ähnlicher Stoff anstatt der Kohlensäure und des Alkohols aus dem Zucker entsteht. Zugleich findet Gasentwickelung Statt. Daraus geht hervor, daß von dem Zustand des Glutens und Albumins der Pflanzensäfte, welche beide bei der Alkoholgährung in den Hauptbestandtheil des Ferments umgewandelt werden, ganz und gar die Veränderung des Zuckers abhängt, und daß das Ferment, wenn es eine andere als die gewöhnliche Zersetzung erleidet, ganz neue Produkte liefert, welche mit denen der Alkoholgährung keine Aehnlichkeit haben. Hieraus folgt offenbar, daß der allgemeine Begriff der Bewegung der Molekule zur Erklärung der Alkohol- und Kohlensäurebildung aus Zucker nicht genügt, sondern daß die Bewegung eine eigenthümliche, eine solche sein muß, welche sich den Molekülen nur in dem einen und keinem andern Sinne mittheilt.

Die einfachste Veränderung des Ferments ist allein geeignet, um Alkoholgährung zu erzeugen. Diese besteht zunächst in der Bildung von Essigsäure, einer später erfolgenden Kohlensäureentwicklung und wahrscheinlich gleichzeitigen Ammoniakbildung. Wird jener Veränderung entgegengewirkt, so besitzt das Ferment nicht mehr das Vermögen, Gährung hervorzubringen oder zu unterhalten. Starkes Austrocknen, Sublimat, salpetersaures Silberoxyd, Kreosot u. s. w. zerstören dieselbe. Die Hefe ist auch nur bei Gegenwart von Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft im Stande, Gährung hervorzubringen, oder wenigstens einzuleiten. Bei vollkommnem Ausschluß derselben findet keine Gährung Statt.

Ueber die Natur der Hefe hat man sich allerlei fremd-

artige Vorſtellungen gemacht. Neuerdings angeſtellte Verſuche haben mich überzeugt, daß ſie unzweifelhaft eine aus iſolirten Zellen beſtehende Zellenpflanze iſt. Die Pflänzchen ſind Bläschen eines Stoffs, welcher ſich den Eigenſchaften und der Zuſammenſetzung nach der Zellenſubſtanz nähert, aber durch Manches ſich wieder davon unterſcheidet. Seine Zuſammenſetzung iſt: $C_{12}H_{20}O_{10}$ *). Er iſt in kaltem und kochendem Waſſer unlöslich, giebt mit Salpeterſäure kein Xyloidin, wird durch Salzſäure ſchnell in Humusſäure verwandelt und löſt ſich in einer concentrirten Kalilauge in der Kälte leicht auf. Seine Zuſammenſetzung läßt ſich durchaus nicht auf die der Zellenſubſtanz: $C_{24}H_{42}O_{21}$ (ſiehe weiter unten) zurückführen.

In jenen Bläschen iſt ein Proteinkörper eingeſchloſſen, welcher in kochendem Alkohol unlöslich und alſo kein Gluten iſt, welcher von Eſſigſäure ſehr leicht gelöſt wird und alſo kein Albumin iſt, und welches von kochendem Waſſer leicht ſo verändert wird, daß man es für ein Superoxyd von Protein halten kann: $C_{40}H_{74}N_{10}O_{26} = C_{40}H_{62}N_{10}O_{12} + O_8 + 6H_2O$ **).

In den Bläschen iſt übrigens das Protein in einem ſolchen Zuſtande enthalten, daß ſeine Zuſammenſetzung ſich der des Fibrins, Albumins und Caſeins nähert. Durch Eſſigſäure ausgezogen und durch kohlenſaures Ammoniak

---

*) Scheik. Onderz. Deel. II.

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C	45,01	12	44,92
H	6,11	20	6,11
O	48,48	10	48,97

Stickſtoff kommt nicht darin vor.

**) Scheik. Onderz. Ibidem.

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C	43,35	40	43,63
H	6,56	74	6,59
N	12,68	10	12,64
O	37,41	26	37,12

gefällt, hat es nämlich eine den genannten Körpern analoge Zusammensetzung *).

Jene Bläschen der den Zellen ähnlichen Stoffe, welche selbst zu der Gährung nicht das Mindeste beitragen, werden während der Fermentation von der Proteinverbindung exosmotisch durchdrungen, sie werden kleiner, contrahiren sich und bleiben am Ende als zusammengeschrumpfte Kügelchen zurück. Die ausgedrungene Proteinverbindung, durch eine ungemein leichte Zersetzbarkeit bei einem bestimmten Wärmegrade charakterisirt, erleidet sogleich eine Zersetzung und läßt nichts übrig als Ammoniak und eine kleine Menge eines andern extraktartigen noch nicht genau untersuchten Stoffes:

	C	H	N	O
Protein .	40	62	10	12
Ammoniak .		30	10	
	C_{40}	H_{32}		O_{12}

Die erste Ursache der ganzen Gährungserscheinung gehört also der Wärme an. So wie manche Körper, z. B. das Kupferoxydhydrat, bei einer bestimmten Temperatur unter Wasser zersetzt werden, so giebt es auch für die Proteinverbindung der Hefe — ein sehr complexer Stoff — eine Temperatur, bei welcher sie in Auflösung nicht mehr bestehen kann. Die Zersetzung pflanzt sich auf den Zucker fort, dieser verwandelt sich in Kohlensäure und Alkohol.

Hiebei wird besonders im Anfange eine kleine Menge Sauerstoff absorbirt. Diese Absorption ist indessen keineswegs die Ursache, sondern vielmehr die erste Folge von der Zersetzung der Proteinverbindung.

*) Scheik. Onderz. Ibidem.

	Gef.
C	54,35
H	7,04
N	16,03
O	22,58

Was von dem Hauptbeſtandtheile der Hefe geſagt iſt, gilt alſo auch von der Hefe ſelbſt, nur daß die Zellenhäutchen der Hefekügelchen auf die Gährung ganz ohne Einfluß, vielmehr bloß Träger der Proteinverbindung ſind und nach der Gährung als unlösliche Stoffe zurückbleiben.

Wenn Zucker gährt, wird das Ferment zum Theil zerſetzt, obgleich deſſen Beſtandtheile nichts zur Alkoholbildung beitragen, und auch die Menge der Kohlenſäure dadurch nicht merkbar verändert wird. Thénard hat nämlich gefunden, daß 100 Theile Zucker 51,27 Kohlenſäure und 52,62 abſoluten Alkohol geben, zuſammen 103,89 Theile. Es verbindet ſich dabei $C_{12}H_{22}O_{11}$ mit 1 At. Waſſer, deſſen Menge ohngefähr dem erhaltenen Ueberfluß gleichkommt. Von 20 Theilen Hefe, welche 100 Thle. Zucker in Gährung verſetzt haben, bleiben 13,7 unlösliche Beſtandtheile zurück, welche, aufs Neue mit Zucker verſetzt, 10 Theile eines unlöslichen Stoffs hinterlaſſen, der kein Gährungsvermögen mehr beſitzt. Daß während der Gährung auch das Ferment zerſetzt wird, iſt noch auf eine andere Art bewieſen. Eine ſehr geringe Menge Ferment kann nämlich eine ſehr große Menge Zucker nicht in Gährung verſetzen, und umgekehrt fährt die Zerſetzung der Hefe noch fort, nachdem eine kleine Menge Zucker ganz in Alkohol und Kohlenſäure verwandelt iſt (Liebig).

Mit der Eigenſchaft des Ferments oder thieriſcher Stoffe, Zucker in Gährung zu verſetzen, werden von Liebig mit Recht viele andere Zerſetzungen verglichen. Pferdeharn z. B. friſch eingedampft und mit Säuren verſetzt, giebt Hippurſäure; läßt man ihn dagegen zuvor einige Tage ſtehen, ſo erhält man Benzoeſäure. Aus Menſchenharn, wenn er friſch mit Salpeterſäure geſättigt wird, ſcheidet ſich Harnſtoff aus; gefaulter Harn enthält ſtatt deſſen nur kohlenſaures Ammoniak. Amygdalin wird durch Ferment in Zucker und Blauſäure verwandelt (die Wirkung des Emulſins auf Amygdalin muß man ſo lange für Katalyſe halten, bis be-

wieſen iſt, daß das Emulſin dabei ſelbſt Zerſetzung erleidet). Wird Althäwurzel kalt mit Kalkwaſſer behandelt, ſo erhält man nach Abdampfen der Auflöſung Asparagin; aber ſo bald man die Auflöſung mit Ferment zuſammenbringt, entſteht Asparaginſäure mit Ammoniak verbunden.

Manche organiſche Verbindungen werden unter dem Einfluſſe einer beſtimmten Wärme und Feuchtigkeit in andere Produkte umgewandelt, welche ſich auch auf gewöhnlichem chemiſchen Wege hervorbringen laſſen. Dahin gehört die Veränderung der Holzfaſer in Humusſäure und andere Stoffe, welche man auch durch Einwirkung der Schwefelſäure auf Holzfaſer erhält. Dies iſt keine eigentliche Fermentation, aber eine Umſetzung der Elemente, die mit der, welche in der Hefe vor ſich geht, zu vergleichen iſt, und die, wie bei der Hefe, andern Verbindungen mitgetheilt werden kann. Wenn man nämlich in einem ſchwefelſäure- und eiſenhaltigen Waſſer Holz faulen läßt, ſo ſetzt ſich, während Humusſäure entſteht, Schwefeleiſen an dem feſten Körper ab. Das Schwefeleiſen bildet ſich aus dem Schwefel der Sulphate und dem Eiſen der Eiſenſalze (Liebig).

Manche Körper beſitzen die Eigenthümlichkeit, eine ähnliche Veränderung wie die der Holzfaſer in Humusſäure ſehr ſchnell zu erleiden, z. B. wird Eichengerbſäure unter dem Einfluß der atmoſphäriſchen Luft und einer höhern Temperatur ſehr bald in einen Abſatz von Tamin verwandelt, ebenſo die Extraktivſtoffe. Dies iſt dieſelbe Veränderung, welche ſtickſtoffhaltige Körper, Ferment u. ſ. w. erleiden; aber da jene keinen Stickſtoff enthalten, ſo können ſie natürlich kein Ammoniak geben. Bei dieſer Zerſetzung findet immer Abſorption von Sauerſtoff Statt, und mitunter wird nichts anders als eine einzige oder zwei neue Verbindungen gebildet, z. B. wenn aus Alkohol Eſſigſäure und Waſſer entſtehen.

$$C_4H_{12}O_2 + O_4 = C_4H_6O_3 + H_6O_3$$

Bei der Oxydation der Gerbſäure oder des Extraktivſtoffs wird indeſſen auch Kohlenſäure gebildet, und ohngefähr eben ſo viel, wie an Sauerſtoff aufgenommen iſt (de Sauſſure). Die Elemente ſolcher Stoffe ſind ſehr loſe verbunden und ſtreben vielmehr, ſich zu anderen feſtern Verbindungen umzuſetzen. Sie befinden ſich alſo in einer Art Spannung nach außen und nehmen den Sauerſtoff aus ihrer Umgebung begierig auf. Dieſer Zuſtand iſt mit dem zu vergleichen, worin Eiſen- und Manganoxydul, Schwefelkalium und andere unorganiſche Stoffe ſich befinden, und die wir mit dem beſtimmten Namen der Oxydirbarkeit bezeichnen. Auf ähnliche Weiſe verändern ſich die meiſten chemiſchen organiſchen Körper, z. B. die Auflöſungen mancher Pflanzenſäuren in Waſſer, welche, einer beſtimmten Wärme ausgeſetzt, eine Reihe neuer Produkte, ſelbſt organiſirter Körper, Schimmelpflanzen, liefern. Je zuſammengeſetzter die Körper, um ſo leichter werden ſie verändert, z. B. Holz, welches durch ſeinen Eiweißgehalt unter gewiſſen Umſtänden in Verweſung übergeht (trockne Fäulniß). Vor Allem vermögen die Alkalien bei manchen Körpern jene Umſetzung der Elemente zu beſchleunigen, z. B. wird Gallusſäure in Berührung mit einem Alkali bald in eine braune Materie verwandelt, und Salicylkalium unter Abſorption von Sauerſtoff in Eſſigſäure und Melanſäure.

Fette Oele und andere fette Stoffe geben unter gleichen Umſtänden kein Gemenge verſchiedener Subſtanzen und keine Kohlenſäure, ſondern eine Fettſäure. Faſt alle flüchtigen Oele geben Harze als Oxydationsprodukte. Dahin gehört auch die Veränderung, welche Orcin, Phloridzin und ähnliche Stoffe erleiden, wenn unter dem gemeinſchaftlichen Einfluß der Luft und des Ammoniaks blaue Farbſtoffe daraus entſtehen (ſiehe weiter unten); gleichfalls die Zerſetzung von

Protein . . . . . $C_{40}H_{62}N_{10}O_{12} + O_4$
in Humusſäure . $C_{40}H_{30} + O_{15} + H_2O$
und Ammoniak . $H_{30}N_{10}$

Alle dieſe Veränderungen, ich wiederhole es, ſchließen ſich an eine in der unorganiſchen Chemie gewöhnliche Erſcheinung, die Oxydation z. B. des Eiſens, Kaliums u. ſ. w. an der Luft.

Eine ſolche Vereinigung des Waſſerſtoffs oder Kohlenſtoffs, oder beider mit Sauerſtoff, hat man wohl eine Verbrennung genannt. Sie kann in der That damit verglichen werden. Der Unterſchied indeſſen zwiſchen jenen Veränderungen der Stoffe durch Oxydation und der Verbrennung iſt der, daß letztere durch eine höhere Temperatur hervorgebracht wird und eine totale Umſetzung der Elemente zur Folge hat, während jener eine einfache Störung des Gleichgewichts der chemiſchen Kräfte zum Grunde liegt; Kräfte, welche während der Lebensthätigkeit des Thiers oder der Pflanze, denen die Stoffe angehören, modificirt ſind und welche unter gewiſſen Umſtänden, namentlich in der Kälte und bei Trockniß, unverändert wirkſam bleiben, welche aber bei Feuchtigkeit und Wärme, beſonders durch letztere eine Störung erleiden und neuen Kräften Platz machen. Dieſe letzteren äußern ſich in dem Beſtreben, den Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zu oxydiren; ſie treten in Wirkſamkeit, ſobald andere ruhen, und wirken um ſo energiſcher, je vollkommner das Gleichgewicht der überwundenen Kräfte geſtört iſt, wie bei der trocknen Deſtillation organiſcher Verbindungen. Bei geringerer Intenſität derſelben bleibt eine neue Anzahl von Kohlenſtoff-, Waſſerſtoff- und Sauerſtoff-Atomen in einem andern Verhältniß und in innigerer Verbindung vereinigt. Die Verwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlenſäure liefert dafür ein deutliches Beiſpiel.

Man glaube indeſſen nicht, daß der Sauerſtoff ausnahmsweiſe das Vermögen beſitzt, andere Stoffe anzugreifen.

Wenn unſere Atmoſphäre aus Chlorgas oder Bromdämpfen beſtände, ſo würde das Beſtreben dieſer Elemente, das chemiſche Gleichgewicht zu ſtören oder nach geſtörtem Gleichgewicht mit den neuen Produkten ſich zu vereinigen, bei weitem größer ſein. Deshalb hat man die Oxydation organiſcher und unorganiſcher Körper nicht für eine ganz beſondere oder gar abnorme Erſcheinung zu halten, ſondern ſie gehört einer ganz gewöhnlichen chemiſchen Wirkungsweiſe an, welche großentheils von dem Einfluß der Umſtände modificirt iſt, und welche immer darauf ausgeht, die chemiſche Spannung zu befriedigen und einen Gleichgewichtszuſtand herzuſtellen.

Die gewöhnlichen chemiſchen Kräfte ſind alſo hier meiſt Haupturſachen der Umſetzung der organiſchen Elemente, indem dieſe z. B. Sauerſtoff aufnehmen. Freier Kohlenſtoff und Waſſerſtoff zeigen die Neigung, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, nicht unter den gewöhnlichen Verhältniſſen; aber eine erhöhte Temperatur kann in beiden, in Waſſerſtoff auch Platinſchwamm, jene Kraft anregen. Noch ſtärker ſehen wir dieſelbe im Kalium und Natrium, im Phosphor und manchen anderen Stoffen auftreten, woraus hervorgeht, daß ohne neue äußere Urſachen jene Stoffe an und für ſich daſſelbe Vermögen beſitzen (Sauerſtoff aufzunehmen), welches Kohlenſtoff und Waſſerſtoff erſt bei höherer Temperatur oder bei der Umſetzung organiſcher Stoffe äußern. Sobald alſo der Kohlenſtoff und Waſſerſtoff nicht mehr durch die im Organismus thätigen chemiſchen Kräfte zuſammengehalten werden, folgen ſie ihrer urſprünglichen ſtärkern Neigung, ſie oxydiren ſich, gleichwie der Stickſtoff des Ferments bei deſſen Zerſetzung ſich mit Waſſerſtoff zu Ammoniak verbindet. Die Art und Weiſe, wie ſich die organiſchen Moleküle bei der Verweſung und ähnlichen Proceſſen zuſammengruppiren, hängt demnach einmal von der urſprünglichen größten Verwandtſchaft der Grundſtoffe ab, und ferner von der Möglich-

keit, daß die Elemente ſich in einer neuen Ordnung zuſammengruppiren und conſtantere Verbindungen produciren können, welche unter gleichen Umſtänden nicht aufgelöſ't werden, ſondern erſt kräftigere Aktionen zur vollſtändigen Zerſetzung bedürfen.

Von Fäulniß unterſcheidet ſich die Veränderung des Holzes, welches man Vermoderung nennt, nicht weſentlich; nur in ſo fern, als bei jener Kohlenwaſſerſtoff als Gas entweicht, während dieſe nur Oxydationsprodukte liefert. Es iſt demnach die Vermoderung durch Kohlenſäure- und Waſſerbildung, d. h. durch Befriedigung der ſtärkſten Neigung jener Elemente charakteriſirt; anderſeits iſt die Holzbildung Folge einer im entgegengeſetzten Sinne wirkenden chemiſchen Kraft.

Es fragt ſich nun, ob bei jener Zerſetzung die ſogenannten organiſchen Kräfte von ſelbſt erlahmen, oder ob beſondere Urſachen exiſtiren, welche ſie ſchwächen. Beides iſt wahrſcheinlich. Was dem Einfluß der Lebensthätigkeit entzogen wird, bekommt von ihr keinen Impuls (prikkels) mehr, es befindet ſich von dem Augenblicke an in ganz andern Verhältniſſen. Wie nun durch die beſondern Verhältniſſe, unter denen die Elemente in dem Organismus auftreten, die Erzeugniſſe deſſelben von denen der unorganiſchen Natur ſehr verſchieden ſind, ſo müſſen auch die fernern Produkte der dem Einfluß der Lebenskraft entzogenen Stoffe eben durch die Veränderung der Umſtände ſich weſentlich von jenen unterſcheiden; daher denn in den der Lebensthätigkeit entzogenen Stoffen die Kräfte, welche ſie bis dahin beherrſchte, von ſelbſt erlahmen; die früheren Eindrücke erlöſchen, ſie bekommen eine andere Richtung: die Reſultate können daher nicht mehr dieſelben ſein. Nach dem ſonſt allgemein gültigen Geſetz der Trägheit verharrt ein Körper in dem Zuſtande, in welchen er einmal verſetzt iſt, aber eben ſo gültig iſt die Regel: sublata causa, tollitur effectus. Die

Lebensthätigkeit, welche wir hier mit dem Collectivnamen der Umſtände bezeichnen wollen, bedingt eine gewiſſe Tenſion der Molekule, welche bei manchen Körpern aufhört, ſobald ſie ſich außer ihrem Einfluß befinden. Iſt aber erſt eine kleine Störung des chemiſchen Gleichgewichts vorgefallen, ſo breitet ſich von dem einen Punkte, wie von einem Focus oder Centrum, die Wirkung über die ganze Maſſe aus. Ein kleines Stück gefaultes Holz inficirt eine große Maſſe. Hier wirkt das Stückchen Holz wie die Hefe bei der Gährung.

Wodurch wird aber die Ruhe der ſogenannten organiſchen Kräfte geſtört? Es iſt bewieſen, daß die Wärme den größten Einfluß übt; ohne einen beſtimmten Wärmegrad giebt es keine Gährung, keine Fäulniß, überhaupt keine chemiſche Wirkung.

Außer einer beſtimmten Temperatur bedarf es übrigens meiſtens noch eines Stoffes, um die Wirkung zu einem beſtimmten Grade zu ſteigern. Für jede Art der Fermentation beſitzt bekanntlich der Sauerſtoff dieſe ſtörende Eigenſchaft. Die erſte Erſcheinung bei einer gährenden oder faulenden Subſtanz iſt Abſorption von Sauerſtoff; wo dieſer fehlt, kann weder Fäulniß noch Gährung Statt finden. Gay-Luſſac hat dies dadurch außer Zweifel geſetzt, daß er friſch ausgepreßten Traubenſaft Tage lang über Queckſilber bewahrte, ohne daß er in Gährung überging; eine einzige Sauerſtoffblaſe war hinreichend, Gährung einzuleiten, welche von da an von ſelbſt anhielt. Jene Sauerſtoffblaſe iſt alſo erforderlich, um dem Traubenſaft eine Kraft mitzutheilen, welche in einer kleinen Menge deſſelben unter Mitwirkung einer beſtimmten Temperatur dieſe ſogenannten organiſchen Kräfte zu ſtören vermag. Die neuen Produkte beſitzen ihrerſeits wieder das Vermögen, dieſe Wirkung auf die benachbarten Theile zu übertragen, und ſo verbreitet ſie ſich endlich durch die ganze Maſſe, bis aller Zucker in Kohlenſäure und Alkohol verwandelt iſt.

Darauf beruht auch die Aufbewahrung von Fleiſch, friſchem Gemüſe u. ſ. w. in Gefäßen, welche meiſtens durch Kochen luftleer gemacht ſind; ferner die Appert'ſche Vorſchrift, dichtverkorkte, mit Pflanzenſäften gefüllte Flaſchen zu kochen, um den Sauerſtoff der kleinen darin befindlichen Menge Luft durch Oxydation jener Stoffe fortzuſchaffen, und anderſeits, um das lösliche Eiweiß in den coagulirten Zuſtand überzuführen und ihm dadurch ſeine leichte Zerſetzbarkeit zu benehmen. Daſſelbe bezweckt man mit dem Schwefeln ſüßer Weine oder der Fruchtſäfte und mit der Anwendung von ſchwefligſaurem Alkali, weil die ſchweflige Säure ſich leicht zu Schwefelſäure oxydirt.

Die Aufnahme des Sauerſtoffs wird durch Alkalien ſehr befördert, obgleich man ſich von der Wirkungsweiſe derſelben keine Rechenſchaft geben kann. Doch iſt die Thatſache durch das Orcin, Phloridzin und die ſalicylige Säure über allen Zweifel erhoben; Alkohol, wenn ein Alkali darin gelöſ't iſt, bildet unter gleichzeitiger Abſorption von Sauerſtoff Eſſigſäure, Ameiſenſäure und eine braune unlösliche Subſtanz. Auch leicht zerſetzbare Stoffe verwandeln ihn in Eſſigſäure, wenn die atmoſphäriſche Luft Zutritt hat. Daher rührt es, daß Alkohol, mit etwas Honig, Malz, Bier oder ſaurem Wein verſetzt, an der Luft ſauer wird. Auf dieſem Princip beruht die Schnell-Eſſigfabrikation. Jene beigemengten Stoffe zerſetzen ſich zuerſt und induciren dann die Elemente des Alkohols, ſich in gleicher Weiſe umzuſetzen und mit dem Sauerſtoff zu neuen Verbindungen zu gruppiren (Liebig). Daß übrigens manche organiſche Stoffe bloß durch ihre Gegenwart und die von ihnen unverändert ausgehenden Kräfte wirken können, daß alſo reine Katalyſe ſtattfindet, beweiſ't die Eigenſchaft des Platinſchwamms, bei unvollkommnem Luftzutritt Alkoholdämpfe in Waſſer und Aldehyd zu zerlegen, ohne ſelbſt im Mindeſten an der chemiſchen Wirkung Theil zu nehmen. Bei vollkommnem Zutritt der Luft entſteht Eſ-

ſigſäure und Waſſer. Der Platinſchwamm beſitzt alſo dieſelbe, oder wenigſtens eine ähnliche Kraft, wie die bereits angeführten, in Zerſetzung begriffenen Stoffe, als Honig u. ſ. w.

Dieſer Wirkung analog betrachtet Liebig die Salpeterbildung. Es iſt bekannt, daß ſtickſtoffhaltige organiſche Körper, unter gewiſſen Verhältniſſen, Salpeterſäure erzeugen, die ſich mit einer anweſenden Baſis zu einem Nitrat vereinigt. Die Verweſung jener Stoffe hat zunächſt Ammoniakbildung zur Folge, welches als kohlenſaures Ammoniak entwickelt wird. Der Stickſtoff vereinigt ſich nämlich vorzugsweiſe mit dem Waſſerſtoff, und nicht unmittelbar mit dem Sauerſtoff. Es iſt deshalb die Frage, wie hier die Vereinigung des Stickſtoffs und Sauerſtoffs zu Salpeterſäure vor ſich geht.

Unerläßliche Bedingung für Salpeterbildung iſt die Gegenwart einer Baſis, und vor Allem einer alkaliſchen. Das Ammoniak wird nämlich durch den Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft zu Waſſer und Salpeterſäure oxydirt, aber nur ſo lange als die Salpeterſäure Gelegenheit hat, ſich mit einer freien Baſis zu neutraliſiren. Bei der Verbrennung organiſcher Stoffe mit Kupferoxyd bekommt man ſtets Stickoxydgas, wenn ſie den Stickſtoff in der Form von Ammoniak enthalten, während, wenn eine Cyanverbindung im Sauerſtoffgas verbrennt, der Stickſtoff unoxydirt entweicht. Freier Stickſtoff vereinigt ſich alſo nicht mit Sauerſtoff, ſondern nur dann, wenn er in der Form von Ammoniak dem Sauerſtoff dargeboten wird (Liebig).

Die Salpeterſäurebildung bei der Nitrification wird alſo durch die Oxydation des Ammoniaks zu Waſſer und Salpeterſäure bedingt, welche beide Stoffe bei ihrem Entſtehen ſich gegenſeitig in ihrer Bildung unterſtützen. Weshalb denn auch die thieriſchen Stoffe bei der Salpeterbereitung den kleinſten Theil des Stickſtoffs liefern; dieſer wird vielmehr größtentheils aus der Atmoſphäre genommen; die or-

ganiſchen Stoffe ſind hauptſächlich nur die Vermittler und Träger der Ammoniakbildung aus dem Stickſtoff der atmoſphäriſchen Luft. Die Salpeterbildung ohne faulende organiſche Materien beweiſ't dies auf's Deutlichſte. An alten Mauern findet man viel ſalpeterſauren Kalk, und außerdem in allen poröſen Körpern, welche lange der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt geweſen ſind. In den poröſen Maſſen wird Ammoniak aus der Luft condenſirt, aber auch erzeugt; und dies verwandelt ſich in Berührung mit dem Sauerſtoff derſelben in Waſſer und Salpeterſäure. (Siehe weiter unten Ackererde.)

Durch dieſe Ideen über Moleküle in Bewegung, welche wir beſonders Liebig verdanken, iſt mancher wichtige Punkt in der Wiſſenſchaft aufgeklärt.

Was indeſſen die Haupturſache jener Bewegung betrifft, ſo läuft dieſelbe darauf hinaus: jedes chemiſche Molekül hat die Fähigkeit, ſich mit anderen Molekülen zu vereinigen; die Verbindung geſchieht in Folge einer zu einem beſtimmten Grade geſteigerten Spannung der Moleküle. Sehr verſchiedene Umſtände bedingen eine ſolche Spannung; Gegenwart eines dritten Stoffes, Elektricität, Licht, Wärme und die Lebensthätigkeit geben ihr eine beſtimmte Richtung; die letztere erzeugt meiſt complere Verbindungen und wirkt oftmals deshalb eigenthümlich, weil die Kunſt ſolche Verhältniſſe ſchwer nachzuahmen vermag. Die gewöhnlichen Proceſſe ſind in der Regel einfacher. Daher die Mannigfaltigkeit der Produkte, unter verſchiedenen Umſtänden. Die Temperatur iſt ein kräftiges Agens, die zur Vereinigung nöthige chemiſche Spannung hervorzurufen; in ihr ſuche man vorzugsweiſe den Grund von demjenigen, was man »Moleküle in Bewegung« nennen kann, oder mit andern Worten: Moleküle in einem Zuſtande der Umſetzung, des chemiſchen Vereinigungsbeſtrebens, welches beides durch das Wort »chemiſche Tenſion« ausgedrückt wird.

Vom Platinſchwamm, von bis 300° erhitztem Glas, von

Schwefelſäure, von einem brennenden Körper, von Hefe und einem Stücke faulenden Holzes gehen auf die chemiſchen Körper Wirkungen aus, deren Erfolge, Vereinigung oder Trennung der Stoffe, ſie als chemiſche bezeichnen. Alles, was durch den Einfluß der genannten Stoffe afficirt wird, muß dafür empfänglich ſein; das haben wir chemiſche Spannung genannt, und das Erregen derſelben Steigerung der Spannung zu einem beſtimmten Grade.

Die Kenntniß der Urſachen der chemiſchen Vereinigung oder Trennung ſetzt die Kenntniß von dem Einfluſſe der Umſtände voraus. Bis jetzt iſt das Wort »Umſtände« noch ein Collectivname, worunter die verſchiedenſten Dinge begriffen werden. Dieſe zu einem beſtimmten Werthe zurückzuführen, iſt die Aufgabe, deren Löſung wir für die Zukunft von der Wiſſenſchaft hoffen und erwarten.

2. Organiſche Kräfte.

a. Zuſammenhang zwiſchen organiſchen und Molekularkräften.

Die organiſirte Natur, alle Beſtandtheile der Pflanzen und Thiere, beſtehen aus Stoffen, welche in der Chemie Elemente genannt werden, und welche auf die mannigfaltigſte Weiſe untereinander verbunden ſind. Es iſt jetzt zu beantworten, ob die ſogenannten organiſchen Kräfte, welche den Organismus beherrſchen, ganz oder zum Theil von den Molekularkräften der Grundſtoffe abhängig ſind, in der That eine ſchwierige Frage. Wir wollen ſehen, in wie weit wir ſie von dem gegenwärtigen Standpunkte der Wiſſenſchaft aus beantworten können.

Die Annahme einer allgemeinen Kraft, welche die organiſchen Gebilde beherrſcht, der ſogenannten Lebenskraft, findet durch die Erfahrung keine Beſtätigung. Wir nehmen zwar eine Summe von Erſcheinungen wahr, welche der allgemeine

Begriff von Leben umfaßt; aber dies Ganze iſt ein Concretum. Es beſteht aus einer Menge von Theilen; die Function eines jeden Organs, obgleich eine Lebensfunction, iſt zum Theil ſelbſtſtändig und unabhängig, zum Theil ſteht ſie mit dem ganzen Organismus in innigem Zuſammenhange. Die Function der Leber iſt von der der Nieren abhängig und wiederum nicht abhängig; unabhängig, weil die Leber an und für ſich das Vermögen und die Organe beſitzt, die Galle abzuſcheiden; abhängig, weil eine Störung in den Functionen der Nieren auf die Abſonderung der Galle bedeutenden Einfluß übt, ſie ſogar ganz vernichten kann. Für die Geſundheit iſt ungeſtörte Function eines jeden Organs und des Ganzen Haupterforderniß, für das Leben die Aeußerungen der Haupterſcheinungen, Fortdauer der Hauptverrichtung des Ganzen.

Der ganze Organismus, und alſo jedes Organ, jeder Theil des Organs iſt aus Grundſtoffen zuſammengeſetzt, welche nicht nur jeder für ſich nicht zu vernichtende Kräfte, ſondern dieſelben in unendlichen Modificirungen beſitzen. Der Sauerſtoff, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, Stickſtoff, Eiſen, Schwefel, Phosphor und Jod ſind die Elemente, welche in gegenſeitiger Verbindung die organiſchen Körper hervorbringen; aber dazu kommen noch viele andere Stoffe, welche in dem lebenden Organismus und in den organiſchen Gebilden ſelten fehlen, nämlich manche Säuren, Baſen und Salze, welche zum Beſtehen der organiſchen Stoffe ebenſo nothwendig ſind, als die genannten acht Elemente. Eiweiß z. B. iſt ein Albuminat von Natron; der Käſeſtoff eine Verbindung von Protein mit Schwefel und phosphorſaurem Kalk; mit einem Worte: die Miſchung der Stoffe in den Organen, in dem Organismus als ſolchem iſt nichts weniger als einfach.

Die Elemente und ihre Verbindungen bringen ihre eigenen Kräfte mit; nicht das Materielle macht ihr Hauptkennzeichen aus, ſondern das, was die Materie beherrſcht, die

ihr eigenthümlichen Kräfte. Sie haben ſämmtlich die Eigenſchaft ſich untereinander zu verbinden und nach der Vereinigung als neue Körper aufzutreten, Körper, welche von Neuem modificirte Kräfte beſitzen, deren ſich der Chemiker zur Darſtellung neuer Verbindungen bedient.

Ein Blick auf die Produkte der organiſchen Natur zeigt uns eine unabſehbare Reihe nur aus zwei, drei oder vier Grundſtoffen zuſammengeſetzter Verbindungen. Schon daraus ergiebt ſich, daß die Grundkräfte der Elemente einer unendlichen Modificirung fähig ſind. Grenzenlos iſt alſo der Einfluß des einen Elements auf das andere; bei geringer Veränderung der äußeren Verhältniſſe zeigt es ſich als ein ganz neuer, in Rückſicht auf andere Elemente ganz beſonderer Stoff. Nehmen wir als Beiſpiel Stärke, Gummi, Zucker, Eſſigſäure, Glucinſäure, Inulin; alle dieſe enthalten dieſelben Elemente in demſelben Verhältniß:

	C	H	O	
Stärke	12	18	9	
Gummi	12	18	9	+ H_2O
Zucker	12	18	9	+ H_2O
Eſſigſäure . $\frac{1}{3}$ ×	12	18	9	
Glucinſäure $\frac{2}{3}$ ×	12	18	9	— $1\frac{1}{2}$ H_2O
Inulin . . . 2 ×	12	18	9	+ 2 H_2O

Der Kohlenſtoff der einen dieſer Verbindungen iſt ohne Zweifel dem Kohlenſtoffe einer andern in ſofern gleich, als er daraus abgeſchieden immer dieſelben Eigenſchaften beſitzt; aber den Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff im Zucker ſich wie in der Eſſigſäure zu denken, iſt darum unzuläſſig, weil Zucker und Eſſig ſehr verſchiedene Körper ſiud. In beiden Fällen haben alſo jene drei Elemente nicht mehr gleiche Eigenſchaften, ſie treten in einer eigenen Form auf; aber nicht, weil ſie ſich durch ſich ſelbſt verändern können, ſondern weil die ihnen inwohnenden Kräfte Modificationen erlitten haben.

Die Verbindungen des Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs zei-

gen dies noch deutlicher. Letztere in C_5H_8, $C_{10}H_{16}$, $C_{15}H_{24}$, $C_{20}H_{32}$ für gleich halten, hieße jede Verſchiedenheit jener Verbindungen ableugnen. Unter den einfachen Körpern giebt es mehrere, welche, ohne eine Verbindung eingegangen zu ſein, in Folge einer kleinen Veränderung der Umſtände verſchiedene Formen und Eigenſchaften annehmen können. Phosphor z. B. wird durch plötzliche Abkühlung ſchwarz und Silicium erleidet durch bloßes Glühen eine ſolche Veränderung, daß, wollte man allein nach den Eigenſchaften urtheilen, man das geglühte und nicht geglühte Silicium für zwei ganz verſchiedene Körper halten müßte.

Die neuerdings publicirten vortrefflichen Verſuche von Berzelius über den allotropiſchen Zuſtand des Phosphors haben für die wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen ein neues Feld geöffnet. — Wenn alſo ſchon die einfachen Körper im unverbundenen Zuſtande in verſchiedenen Modificationen auftreten, wie vielmehr wird dies bei Verbindungen der Fall ſein, da namentlich, wo die Verſchiedenheit zuſammengeſetzter Körper ſich auf keine andere Weiſe erklären läßt.

Wenden wir dies auf die bekannten Verbindungen an, ſo öffnet ſich uns ein unabſehbares Feld. Was wir in der Thierchemie Protein nennen, iſt ein Stoff, welchen wir als aus $C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}$ zuſammengeſetzt kennen, welcher in Waſſer, Alkohol und Aether unlöslich, in Alkalien auflöslich und durch Säuren wieder fällbar iſt, woraus ſtärkere Baſen Ammoniak entwickeln u. ſ. w.

Aber was verſtehen wir unter alle dieſem? Welchen Begriff machen wir uns darnach von dem Stoffe ſelbſt? In der That giebt uns jenes Verhalten des Proteins nur ein Mittel an die Hand, es von andern Körpern zu unterſcheiden, welche bei verſchiedener procentiger Zuſammenſetzung in Waſſer, Alkohol oder Aether löslich ſind; kurz, welche andere Eigenſchaften haben. Aber ebenſo wenig, als wir dem Kohlenſtoffe im Zucker und in der Eſſigſäure gleiche Kräfte

zuſchreiben dürfen, ebenſo wenig können wir uns das Protein in den vielfachen Variationen, worin es im thieriſchen Körper auftritt, als ſtets identiſch vorſtellen.

In der Phyſiologie ſagt man, daß in dem Keime des Eies nur eine formloſe Maſſe vorkommt, welche bei der Analyſe nichts als eine Proteinverbindung liefert. Aus dieſem Keime entwickelt ſich indeſſen, in Folge des Brütens, allmälig eine Reihe von Keimen, die ſich bald zu Organen ausbilden, welche zuſammen das Hühnchen bilden. Man nimmt eine allgemeine, auf den Keim als formloſe Maſſe einwirkende Kraft an, welche darin ſchon in ihrer ganzen Stärke und in derſelben Weiſe thätig iſt, wie ſie ſpäter das ausgebildete Thier beſitzt. Müller ſagt: »So muß man die einfache, aus körnigem, formloſen Stoff beſtehende Keimſcheibe als das potenzielle Ganze des ſpätern Thieres betrachten, begabt mit der weſentlichen und ſpecifiſchen Kraft des ſpätern Thieres« (Phyſiologie I. pag. 23). Keine Vorſtellung iſt weniger klar, als dieſe. Nach Müller würden die Kräfte, welche ſpäter die Organe des Huhns beherrſchen, ſchon vor dem Beſtehen der Organe ſelbſt, und ehe der Organismus aus dem körnigen, formloſen Stoff der Keimſcheibe entwickelt iſt, exiſtiren.

In Betreff deſſen, was wir über den Begriff der Kraft feſtgeſtellt haben, finden wir bei Müller eine bedeutende Abweichung. In der Phyſiologie nimmt man gleichfalls eine allgemeine Kraft an, welche das Ganze beherrſcht. Die Reſpiration, der Blutumlauf, die Nerventhätigkeit folgen aus einer einzigen, der ſogenannten Lebenskraft. Dieſe bewirkt ſowohl die Reſpiration, wie die Verdauung und Abſonderung des Speichels, des succus pancreaticus, ſie erhält hier die Knochenſubſtanz, dort das Muskelgewebe, anderswo die Hirnſubſtanz. Man nimmt an, daß jene Kraft in den verſchiedenen Organen, welche unter ihrem Einfluſſe ſtehen, modificirt iſt. Auch dieſe Vorſtellung iſt unphyſikaliſch. Was bleibt

von dem Grundbegriff der Kraft übrig, wenn wir ſie bald als Urſache der Bewegung, bald als Urſache des chemiſchen Stoffwechſels, bald als Urſache des Gefühls oder anderer Empfindungen auftreten ſehen? Die Lebenskraft ſcheint mir in dieſem gewöhnlichen Sinne eine ebenſo unrichtige Vorſtellung zu geben, als wenn man zugeben wollte, daß bei einer von Tauſenden gelieferten Schlacht eine einzige verſchieden modificirte Kraft thätig wäre; eine Kraft, durch welche Kanonen und Gewehre abgeſchoſſen würden, die Säbel dreinſchlügen, die Lanzen ſtächen, Menſchen und Pferde liefen und ſtänden, die Trompeten ertönten u. ſ. w. Die Armee tritt als ſelbſtſtändiges Ganzes auf und giebt Erſcheinungen; der Organismus, aus den verſchiedenſten Organen zuſammengeſetzt, liefert gleichfalls Erſcheinungen. Leiten wir dieſe letzteren aus einer einzigen verſchieden modificirten Kraft ab, von einer Lebenskraft, welche das Ganze beſeelt, ſo müſſen wir auch, um conſequent zu ſein, eine Schlacht liefernde Kraft annehmen.

Mit Unrecht iſt die Exiſtenz ſolch einer Lebenskraft den Erſcheinungen der todten Natur gegenüber vertheidigt worden; denn in einem Mineral fand man die allgemeine Kraft nicht, welche in ſo verſchiedenen Geſtalten auftreten kann, wenn nur die Organe verſchieden ſind. Aus hoher Scheu vor der mächtigen Hand, welche die lebende Natur beherrſcht, hat man alle Vorſtellungen und Bemühungen, deren Kräfte aus den gewöhnlichen Molekularkräften abzuleiten, als materialiſtiſch geſchildert und bedenkt nicht, daß man bei dem Feſthalten an dem ungereimten Begriffe der Lebenskraft der Kenntniß von der Art und Weiſe, wie das mächtige Weſen mit unbegrenzter Weisheit alles, was lebt und nicht lebt, erſchaffen hat und erhält, um nichts näher gekommen iſt. Suchen wir den Gegenſtand zu verfolgen, und unterſuchen wir alſo, welche Kräfte wir uns in den lebenden Körpern denken, und von welchem Punkte wir dabei ausgehen müſſen.

Wenden wir uns von dem Einfachen zum Zuſammengeſetzten. Durch Thatſachen, beſonders durch den Gebrauch, welchen Liebig davon gemacht hat, iſt bewieſen, daß manche Pflanzen von Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer leben können *), wenn dazu noch Baſen, Säuren und Salze kommen, deren jede Pflanzengattung zum Fortkommen bedarf. Eins von beiden muß nun zugegeben werden; entweder werden die Pflanzen von Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak ernährt, d. h. ſie empfangen mit den neuen Stoffen auch neue Kräfte, oder ſie theilen den Elementen der Kohlenſäure, des Waſſers und Ammoniaks Kräfte mit und potenziren dieſelben. Kräfte laſſen ſich indeſſen nach den allgemeinen phyſikaliſchen Begriffen nicht mittheilen; wir übertragen nur etwas Körperliches, Materielles. Kräfte laſſen ſich aber wecken.

Die magnetiſchen Erſcheinungen erläutern dies zur Genüge. Der Stahl beſitzt, ohne magnetiſirt zu ſein, magnetiſche Kräfte; ſie ſchlummern, d. h. ſie haben ſich in ein ſolches Gleichgewicht geſetzt, daß ſie nicht mehr nach außen wirken. Sie beſtehen indeß, ſie haften in den Molekülen des Eiſens. Von dreien Grundſtoffen iſt dieſe Eigenthümlichkeit bekannt: dem Eiſen, Nickel und Kobalt. Im Zinn, Blei und Silber können ſie nicht erregt, noch potenzirt werden. Potenziren wir ein Stück Stahl, ſo wecken wir, was darin verborgen lag; wir trennen das Verbundene. — So wecken die Pflanzen Kräfte in den Elementen der Kohlenſäure, des Waſſers und Ammoniaks, wenn dieſe Stoffe aufgenommen und auf mannigfache Weiſe zu Säuren, Baſen, indifferenten Stoffen, Harzen, Fetten, flüchtigen Oelen u. ſ. w. verbunden werden.

*) Ich ſage: manche Pflanzen können leben und meine damit keineswegs, daß ſie nicht auch auflösliche organiſche Stoffe aus dem Boden aufnehmen, wie humusſaures Ammoniak, Quellſäure, Quellſatzſäure u. ſ. w. Daß übrigens manche Pflanzen aus Kohlenſäuee, Waſſer nnd Ammoniak organiſche Subſtanzen erzeugen können, iſt ganz außer Zweifel geſtellt. (Siehe unten Ackererde.)

Wenn alſo die Pflanzen bloß erregen, ſo liegen die Kräfte bereits in jenen Elementen, ſie ſchlummern zwar, ſind aber doch darin vorhanden. Daraus folgt, daß jeder Stoffwechſel im Innern der Pflanze Folge iſt von den Molekularkräften des Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs, Sauerſtoffs und Stickſtoffs, oder der Elemente der Kohlenſäure, des Waſſers und Ammoniaks; durch die Pflanzen werden ſie geweckt.

Durch die Pflanzen? Was verſtehen wir darunter? Weckt in der eintretenden Kohlenſäure die ganze Pflanze die ſchlummernden Kräfte, oder irgend ein Pflanzentheil? Gewiß die Theile der Pflanze und zwar diejenigen, womit die Kohlenſäure gerade in dem Augenblicke in Berührung iſt, wo ſie zerſetzt wird und mit Waſſer, oder mit Waſſer und Ammoniak neue und zwar organiſche Körper erzeugt.

Nehmen wir die Stärke als Beiſpiel. Nicht die Pflanze vermag aus Kohlenſäure und Waſſer unter Ausgabe von Sauerſtoff ein Stärkekörnchen zu erzeugen, ſondern beſtimmte Organe derſelben. Ein jedes ſolches Organ beſitzt die Fähigkeit, die im Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff ſchlummernden Kräfte zu wecken oder vielmehr ſo zu modificiren, daß 12 Aeq. Kohlenſtoff ſich mit 10 Aeq. Waſſerſtoff und 10 Aeq. Sauerſtoff verbinden und daß aus 12 Aeq. Kohlenſäure und 12 Aeq. Waſſer Stärke erzeugt wird, indem 24 Aeq. Sauerſtoff gasförmig ausgeſchieden werden *). Wer hierin etwas anderes als Melekularkräfte erblickt, ſieht mehr als da beſteht; dies iſt eine ganz gewöhnliche Art der chemiſchen Zerſetzung, nicht verſchieden von der, wie im unorganiſchen Reiche neue Verbindungen zu Stande kommen; nur die Umſtände ſind verſchieden.

Indeſſen ſind in den Pflanzen Organe vorhanden, von denen die Amylon bildenden Kräfte ausgehen; aber ſind eben

*) Wir meinen damit nicht, daß Stärke direct aus Kohlenſäure und Waſſer erzeugt wird; dies iſt bloß ein von einem bekannten Stoffe entlehntes Beiſpiel.

dieſe Amylon bildenden Kräfte allein den Pflanzen eigen? Gewiß äußern die mancherlei Organe, welche in den Pflanzen verſchiedene Stoffe produciren, eigenthümliche Kräfte; aber ſie kommen ihnen nicht ausſchließlich zu. Auch außerhalb der Pflanzen kann man Gummi, Zucker, Benzoëſäure, Zimmtſäure und Valerianſäure erzeugen; mit einem Worte: die chemiſchen Kräfte, welche die Organe der Pflanzen äußern, indem ſie aus Kohlenſäure Waſſer und Ammoniak direct und indirect neue Stoffe produciren, laſſen ſich auch auf gewöhnlichem chemiſchen Wege in Thätigkeit verſetzen, und in ſofern dies nicht möglich iſt, hängt es nicht von weſentlichen, ſondern zufälligen Umſtänden ab. Die Möglichkeit einer Vereinigung wird nämlich immer durch beſtimmte Verhältniſſe bedingt, d. h. die in den Elementen der Verbindung liegenden Kräfte müſſen unter dem Einfluſſe gewiſſer Umſtände geweckt werden. Künſtlich hat man weder Stärke, noch Celluloſe dargeſtellt, und vielleicht wird man nimmer dahin kommen. Aber in dem Pflanzenreich wird auch aus ſchwefliger Säure und Sauerſtoff keine Schwefelſäure erzeugt, keine Uebermanganſäure, kein Eiſenchlorid, kein Waſſerſtoffſuperoxyd, noch Kaliumſuperoxyd.

Mit dem Einfluſſe gewiſſer Stoffe, der Temperatur, der Feuchtigkeit, des Lichtes u. ſ. w. wechſeln auch die Kräfte der Elemente. Deshalb gehen aus Schmelztiegeln und Retorten andere Stoffe hervor, als aus den Organen der Pflanzen, die aus Kohlenſäure und Waſſer Celluloſe und Sauerſtoff erzeugen.

Woraus beſtehen aber die Celluloſe und Stärke bildenden Organe in den Pflanzen? Sie ſind einmal auf ähnliche Weiſe, wie das Stärkekörnchen entſtanden, d. h. aus Kohlenſäure und Waſſer (und Ammoniak) und unter dem Einfluſſe früherer Organe; ſie haben bei ihrer Bildung eigenthümliche Kräfte erhalten, gerade ſo, wie ſie das Stärkekörnchen empfängt. Das Stärke erzeugende Organ und das Stärkekörnchen unterſcheiden ſich nicht darin, daß das erſtere

nur im Stande iſt, Kraft zu erregen; beide ſind auf ihre Weiſe aktiv. Bringen wir Stärke in Berührung mit Salpeterſäure oder Schwefelſäure, ſo wird ſie unter gleichzeitiger heftiger Zerſetzung der Säuren verändert. Sie iſt zwar aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt, zeigt aber unter veränderten Umſtänden eine große Verſchiedenheit der chemiſchen Tenſion ihrer Elemente, was die Bildung neuer Verbindungen veranlaßt. Mit Diaſtaſe giebt die Stärke Gummi und Zucker, welcher letztere durch Ferment in Alkohol und Kohlenſäure umgewandelt wird; der Alkohol wird unter dem Einfluſſe der Säuren in Aethyloxyd und der Waſſerſtoffſäuren in Aethylchloride zerſetzt und giebt, mit der Luft und einem organiſchen Körper oder Platinſchwamm in Berührung, Eſſigſäure; in höherer Temperatur Aldehyd; mit Chlor das Chloral; endlich bei Verbrennung an der Luft Kohlenſäure und Waſſer. Da gehen die urſprünglichen Elemente der Stärke wieder zu der Form zurück, worin ſie den Pflanzen dargeboten worden waren; bei der Gährung wurde ſchon ein Theil des Kohlenſtoffs als Kohlenſäure abgeſchieden; bei der Verbrennung werden ſämmtliche Elemente wieder zur Nahrung der Pflanzen zubereitet, und ein Amylonkörnchen bildendes Organ kann daraus Amylon erzeugen.

Was wir ſo eben entwickelt haben, läßt ſich in wenigen Worten ſo zuſammenfaſſen: Ohne daß in der Kohlenſäure und dem Waſſer Kräfte *vorhanden* ſind, iſt keine Erregung derſelben durch die Pflanzenorgane möglich, ebenſo wenig als ohne Alkohol und Chlor ſich Chloral darſtellen läßt.

Von welchem Pflanzenorgan wir auch ausgehen, ein jedes iſt auf ähnliche Weiſe entſtanden, wie das Stärkekörnchen, und hat bei ſeinem Entſtehen aus den chemiſchen Molekülen immer beſondere Molekularkräfte erhalten. Die Vorſtellung, daß heterogene Kräfte einander wecken, ſtreitet mit dem Grundbegriff von Kraft. Die Schwerkraft kann den

Magnetismus nicht erzeugen; nur homogene Kräfte ſind im Stande einander zu erregen. Jede Abſonderung, jede Erzeugung neuer Stoffe, eine Folge der Molekularkräfte, kann nur von Molekularkräften ausgehen; mit anderen Worten: die Organe, welche aus den genannten Stoffen eine neue Verbindung hervorbringen, das chemiſche Gleichgewicht ſtören und dafür ein neues herſtellen, vermögen dies nur durch ihre chemiſchen Kräfte, durch die chemiſche Tenſion ihrer Elemente.

Dieſe iſt die Quelle jeder Erregung neuer Kräfte zu neuen Verbindungen. Ferner gehen jene erregenden Kräfte nicht von Maſſen aus, ſondern von Molekülen; ſie ſind Molekularkräfte und haben dennoch nichts mit den Kraftäußerungen des ganzen Individuums gemein. Nicht die Pflanze bildet Stärke, ſondern die Moleküle gewiſſer Organe, durch Modificirung des chemiſchen Gleichgewichts.

Ein Beiſpiel mag dies erläutern. Bei der Bildung von Gummi aus Stärke vermittelſt Schwefelſäure geht von jedem Schwefelſäuremolekül auf jedes Stärkemolekül eine Thätigkeit aus, wodurch letztere zu Gummi wird; die Schwefelſäure verändert die Art der Vereinigung der Elemente von Molekül zu Molekül; ebenſo wenn aus Stärke in irgend einem Pflanzenorgane Gummi bereitet wird.

Wo wir in der organiſchen Natur Kraftäußerungen finden, da giebt es Stoffe, welche Molekular- oder chemiſche Kräfte beſitzen. Die Nerven ſelbſt, dieſe merkwürdigen Gebilde, beſtehen aus keinen anderen Grundſtoffen, als den gewöhnlichen der organiſchen Natur; es iſt alſo keinem Zweifel unterworfen, daß die Molekularkräfte, in Rückſicht auf den Stoffwechſel, die Hauptrolle im Organismus ſpielen, und daß für den Urſprung dieſer Molekularkräfte keine allgemeine, keine Lebenskraft anzunehmen iſt; dem ſich auch die reine Naturlehre widerſetzt, nach welcher nichts in die Natur gebracht, ſondern alles aus ihr herausgefunden werden muß; nach

welcher man mit unbefangener Beurtheilung den Erſcheinungen und damit allein ihren Urſachen nachforſchen darf, und ſich die Urſachen nur ſo denkt, wie man durch die Erſcheinungen darauf hingeleitet wird.

b. Entwickelung eines Keims.

Bevor wir uns zu den auf Stoffwechſel beruhenden Lebenserſcheinungen wenden, müſſen wir zur erſten Bildung der Organe, zum Entſtehen eines Individuums aus einem Keime, zurückkehren. In der Eichel ſehen wir ebenſo wenig Spuren der zukünftigen Eiche, wie in der Keimſcheibe des Eies Spuren des künftigen Huhnes. Beherrſcht nun die Eichel eine Eichenbaum, — die Keimſcheibe eine Huhn — bildende Kraft? Giebt es eine allgemeine Kraft, welche alle Gerbſäure-, Stärkemehl- und Celluloſe-Moleküle der Eichel und alle Proteintheile des Eies beſonders beherrſcht? Eine beſondere Kraft äußert ſich durch beſondere Wirkungen; eine allgemeine erzeugt allgemeine Erſcheinungen. Das iſt nicht anders denkbar. Es unterliegt keinem Zweifel, daß ſich in der Keimſcheibe keine Rudimente der künftigen Organe des Huhns finden, aber ſicher der Stoff, woraus die erſten Rudimente der Organe gebildet werden ſollen, alſo die Rudimente der Rudimente. Mit dem Stoffe kommen darin auch Kräfte vor, welche von dem Stoffe unzertrennlich ſind, d. h. Molekularkräfte. Beſitzen die Moleküle nicht die Fähigkeit, zuerſt zu Keimen der Organe, und letztere nicht das Vermögen, ſpäter ſelbſt zu Organen zu werden, ſo entſteht nichts von einem Huhne. Die Fähigkeit, die Dispoſition muß in den Molekülen ſelbſt liegen, ſonſt würde die Temperatur des bebrüteten Eies ſchwerlich im Stande ſein, Keime der Organe ſelbſt zu produciren. Nur darum wird aus der Keimſcheibe keine Eiche und aus der Eichel kein Huhn, weil die Stoffe, und alſo auch ihre eigenthümlichen Kräfte verſchieden ſind.

Hiermit ſind manche einverſtanden; aber ſie denken ſich die körnige formloſe Maſſe als paſſiv und von einem Vermögen erfüllt, welches ſich mit keinem andern Worte als der Huhn-bildenden Kraft der Keimſcheibe ausdrücken läßt. Müller nennt die Maſſe: »begabt mit der weſentlichen und ſpecifiſchen Kraft des ſpätern Thieres.« Das Thier exiſtirt indeſſen noch nicht, noch beſteht nicht ein einziges Organ, ja noch nicht einmal der Keim zu einem Organe; und in der formloſen Maſſe ſollten wir ſpecifiſche Kräfte des Thieres, das nicht exiſtirt, denken? Ich muß bekennen, daß es mir ſchwer wird, mir von der Galle-abſondernden Kraft in der Leber eine Vorſtellung zu machen; aber ſich die Galle-abſcheidende Kraft in der Keimſcheibe, welche noch kein Rudiment von einer Leber beſitzt, vorzuſtellen, das iſt, glaube ich, keinem Sterblichen möglich. Es iſt auch eine durchaus unphyſikaliſche Vorſtellung. In der Naturlehre nehmen wir Kräfte für beobachtete Erſcheinungen an; aber wenn die Erſcheinungen unmöglich ſind, weil die Organe, welche ſie hervorbringen müſſen, nicht exiſtiren, dann kann auch von ſolchen Kräften nicht die Rede ſein. Specifiſche Kräfte des zukünftigen Thieres in der Keimſcheibe ſind undenkbar.

Ein Beiſpiel aus der unorganiſchen Natur mag dies noch deutlicher hervorheben. Eine Löſung von ſchwefelſaurem Natron in Waſſer giebt beim Abdampfen ſäulenförmige Kryſtalle. Wie denken wir uns das ſchwefelſaure Natron in der Löſung? Als kleine Säulen? Keineswegs. Oder die Moleküle mit einer Säulen-bildenden Kraft begabt? Eben ſo wenig. Es beſteht nur ein einfaches Vermögen von Anziehung der Moleküle in einer beſtimmten Richtung, wovon die Säulenbildung letzte Folge iſt. Zwiſchen der erſten Anziehung und der letzten Folge derſelben liegen viele intermediäre Zuſtände der kleinſten Theilchen, es ſind unterdeſſen viele Kräfte thätig, welche dann erſt da ſind, dann erſt ſich äußern, wenn die Moleküle durch ihre einmal angenom-

mene Stellung ſie geweckt haben. Die Lagerung der Moleküle iſt nach der Lehre von dem Iſomorphismus die Urſache der Säulenbildung; denn alle z. B. aus MO und RO_3 zuſammengeſetzten Körper nehmen Geſtalten an, welche in einem kryſtallographiſchen Zuſammenhange ſtehen. Aber eben ſo wenig, wie eine Säulen-bildende Kraft in den iſomorphen Körpern, in den Sulphaten, Selenaten u. ſ. w. denkbar iſt, eben ſo wenig iſt die von der Stellung der Moleküle abhängende Grundkraft die einzige Urſache von Allem, was bei der Säulenbildung vorgeht.

Wenden wir dies auf die Stoffe der Keimſcheibe an. Wer darin nichts als Protein und einige Salze erblickt, ſieht die formloſe Maſſe nur mit einem ungeübten chemiſchen Auge an. Wir müſſen darin ſuchen, was wir daraus hervorgehen ſehen, nämlich Verbindungen, welche chemiſch wenig oder gar nicht von Protein verſchieden ſind, aber dennoch ſich unterſcheiden. Die formloſe Maſſe beginnt hier und da Punkte, geordnete Theilchen zu zeigen. Dieſe ſind aus dem gegebenen Stoffe durch die darin liegenden von der Temperatur geweckten Kräfte entwickelt; ohne Temperaturerhöhung entſteht die neue Gruppirung der Elemente nicht, eben ſo wenig, wie ohne das Vermögen der Molekülen, ſich zu gruppiren, grade wie beim ſchwefelſauren Natron ſich keine Kryſtalle ausſcheiden können, wenn nicht Waſſer verdampft u. ſ. w. und die Moleküle nicht die Fähigkeit beſitzen, ſich in einem beſtimmten Sinne anzuziehen. In der Keimſcheibe ſchreitet die Umlagerung der Theilchen immer weiter vor, die Produkte werden complicirter. Doch iſt dies nicht unmittelbare Folge der urſprünglichen Molekularkräfte, ſondern bereits modificirter Kräfte, welche die Stoffe bei der erſten Gruppirung erhielten. Daß ſowohl die erſte wie folgende Zuſammenſtellung der kleinſten Theilchen in der Keimſcheibe von der im ſchwefelſauren Natron verſchieden ſein muß, iſt wohl natürlich, weil Protein kein ſchwefelſaures Natron iſt.

Aber Protein iſt auch nicht in jedem Theil *daſſelbe Protein im chemiſchen Sinne*, d. h. welches bei der Analyſe nichts anderes als C_{40} H_{62} N_{10} O_{12} giebt; deshalb iſt es auch nicht immer mit denſelben Kräften begabt. Eine geringe Abänderung der Umſtände läßt ſchwefelſaures Natron in ganz verſchiedenen Geſtalten, ohne Kryſtallwaſſer oder mit 10 At. Kryſtallwaſſer ſich abſcheiden; das letzte geſchieht unter 33°, das erſtere über 33°. Die Moleküle der im organiſchen Reich vorkommenden Stoffe, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff, Stickſtoff, ſcheinen unerſchöpflich in dem Vermögen ſich zu vereinigen; die Zahl ihrer Verbindungen iſt unausſprechlich groß. Dieſes Vermögen *beſitzen* die Grundſtoffe und empfangen es nicht erſt in dem Pflanzen- oder Thierkörper; hier wird es nur geweckt.

So beſchränkt alſo das ſchwefelſaure Natron iſt in Betreff der Formen, welche die Grundſtoffe dieſes Salzes ihm ertheilen, ſo mannigfach können die Elemente des Proteins, deren chemiſche Gruppirung unendlich iſt, bei geringer Differenz der Umſtände jene Verbindung geſtalten. Ein jedes Proteintheilchen der Keimſcheibe muß ſich bei der chemiſchen Unterſuchung als Protein zu erkennen geben; aber durch die Analyſe läßt ſich der eigenthümliche Zuſtand, den es andern Theilchen gegenüber beſitzt, nicht nachweiſen. Wir können nicht einmal erklären, wie glaſige und milchige arſenige Säure, gelbes und rothes Queckſilberjodid ſich unterſcheiden; aber wir ſehen die Unterſchiede, und darum nehmen wir ſie an; wir ſehen Unterſchiede beim Protein, Albumin, Fibrin, Caſein u. ſ. w., wir leugnen ſie daher eben ſo wenig.

Nicht chemiſche Verſchiedenheiten in dem gewöhnlichen Sinne, aber ſolche, welche mit dem Polymorphismus zuſammenhängen, ſind ohne Zweifel in den Theilchen derſelben organiſchen Stoffe vorhanden.

Der Chemiker giebt uns nur ein rohes Reſultat, die procentige Zuſammenſetzung, läßt uns aber über die wahre

Natur der Verbindungen und über den weſentlichen Unterſchied im Unklaren. Schließen ſich ungleichartige Theilchen an einander, ſo muß daraus eine mit beſondern Kräften begabte Verbindung hervorgehen, mit Kräften, welche von den Molekularkräften der Grundſtoffe zwar abhängig ſind, aber nicht von ihnen allein beſtimmt werden; die Art der neuen Gruppirung modificirt die urſprünglichen Kräfte; ſie treten nun in einer andern Geſtalt auf und bringen andere Wirkungen hervor. Im ſchwefelſauren Natron liegen ſämmtliche Kräfte der vereinigten Moleküle, und nur von dieſen hängen ſeine Eigenſchaften, Zuſammenſetzung und Kryſtallform ab. Schwefelſaures Natron kann nichts anders beſitzen, nichts anders werden, als wozu ſeine Elemente vermöge ihrer urſprünglichen Kräfte es machen.

So denken wir uns auch die Moleküle der die Keimſcheibe bildenden Stoffe erſt einfach, dann auf immer complicirtere Weiſe gruppirt. Aber noch iſt keine Spur von einem Organ zu finden, alſo auch noch keine Kraft, welche die Organe beherrſchen ſoll. Eine neue Anordnung der Theile modificirt die Grundkräfte aufs Neue; und ſo geht es unaufhörlich fort. Da die den Stoffen eigenthümlichen Grundkräfte die Urſache jeder Wirkung, jeder Aeußerung von Erſcheinungen, jeder chemiſchen und organiſchen (d. i. phyſiſchen) Vereinigung bleiben, ſo müſſen ſie bei jeder zuſammengeſetzteren Verbindung andere Wirkungen hervorbringen. Jedes Theilchen iſt der Keim eines ſpätern zuſammengeſetzteren; und da die Brütetemperatur fortfährt, die Grundkräfte zu wecken, ſo ſind die neu gebildeten Gruppen in ſtetem Wechſel begriffen.

Auf dieſe Weiſe wird allmälig die Subſtanz der Keimſcheibe ganz in den Kreis der Zerſetzung gezogen. Von da an breitet ſie ſich weiter aus und ergreift auch die Elemente des Eidotters und des Eiweißes. Mit Unrecht hält man letzteres für die Nahrungsmittel des entſtehenden Huhns oder

der Rudimente deſſelben. Auch in ihnen haften mit den Stoffen Kräfte, chemiſche Kräfte, welche ſich denen der Keimſcheiben hinzuaddiren und zur Bildung des Ganzen mitwirken, Kräfte, welche nicht ihrer Natur nach, ſondern in ihrer Richtung und Wirkungsweiſe ſich von denen der Keimſcheibe unterſcheiden.

Deshalb nehmen wir nicht an, daß die Moleküle des Herzens vom ausgebildeten Huhn als Herz-Moleküle, noch daß die des tractus intestinalis als Magen- und Darm-Moleküle in dem Keime vorhanden waren. In der Keimſcheibe folgt eine Reihe von Metamorphoſen auf einander, deren Endreſultat das Entſtehen des Herzens, Darmkanals, des ganzen Huhnes ſelbſt iſt. Wir denken uns daher auch nichts weniger als Herz- oder Darmkanal-bildende Kräfte im Keime, ſondern ſtufenweiſe Entwickelung neuer Reihen von Kräften, welche alle aus derſelben Grundkraft der Kohlenſtoff-, Waſſerſtoff-, Sauerſtoff- und Stickſtoff-Moleküle entſtanden ſind, als eben ſo viele Aeußerungen neuer Gruppen, welche ihrerſeits Ergebniſſe früher wirkender Urſachen waren.

So kommt alſo vor der Leberbildung keine Galle-abſondernde Kraft zu Stande, eben ſo wenig die Blut-bewegende Kraft, ehe das Herz und Blutgefäße exiſtiren.

Immer noch bleibt es für den Menſchen ein unergründliches Geheimniß, wie die Theilchen der Stoffe, organiſche und unorganiſche, auf verſchiedene Weiſe wieder und wieder ſich verbinden können. Aber kein dichterer Schleier liegt auf der Entſtehung der organiſchen Körper. Wer da glaubt, leichter die Abſcheidung eines Kryſtalls, als eines Gewebes von Faſern, Kügelchen und Zellen, d. h. eines Organs, leichter die Bildung eines Niederſchlags als einer Primitivfaſer, beſſer ſchön kryſtalliſirten Zucker in Löſung, als die erſten Rudimente der Organe in der Keimſcheibe ſich vorſtellen zu können, der iſt unſrer Anſicht nach in großem Irrthume.

In keins von beiden kann der Menſch nach wie vor eindringen.

In wenige Worte kann ich meine Anſicht zuſammenfaſſen. Die Grundſtoffe des organiſchen Reichs, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff ſind unerſchöpflich in der Modificirung ihrer Grundkräfte; ſie zeigen daher bei kleinen Veränderungen eine große Verſchiedenheit und ſtellen ſich in Folge derſelben Grundkräfte einander gegenüber in eine ganz andere Stellung, als alle übrigen Elemente. Dadurch ſind ſie im Stande, jene eigenthümliche Reihe von Körpern zu erzeugen, welche man organiſche nennt.

c. Generatio aequivoca.

Wenn man von den oben beſprochenen Principien ausgeht, ſo fällt der Streit über die generatio aequivoca und epigenesis ganz weg. Die Idee, daß alles, was lebt, nur aus dem Ei entſtehen kann, weil in dem Ei allein alle Kräfte und alle Keime zu den Organen der Pflanzen und Thiere vorkommen können, hat zu der Lehre der epigenesis Veranlaſſung gegeben. Das omne ex ovo von Harvey iſt von Vielen kräftig vertheidigt und auch gegenwärtig noch von Manchem behauptet. Ein Blick auf die organiſche Natur und auf das Weſen der organiſchen Körper zeigt, daß dieſe Lehre ganz und gar mit der der generatio aequivoca im Einklange ſteht. Nennt man ovum ein organiſches Molekül oder einen aus einigen der vier organiſchen in verſchiedenen Gruppen verbundenen Elemente zuſammengeſetzten Körper, ſo iſt der Ausſpruch von Harvey unwiderſprechlich wahr. Er iſt es auch dann noch, wenn man unter dem Ei ein Molekül von einer beſtimmten Art verſteht; denn auch dies lehrt die Erfahrung. Die Käſemilbe iſt dem Käſe eigenthümlich; gewiſſe Schimmelpflanzen entwickeln ſich aus beſtimmten Pflanzentheilen, Früchten u. ſ. w. Die Regel gilt allgemein, daß aus beſtimmten organiſchen Molekülen nur

beſtimmte Stoffe, beſtimmte Formen gebildet werden können.

Das Wort ovum iſt gleichwohl in einem andern Sinne genommen; man bezeichnet damit den durch eigne dazu beſtimmte Organe gebildeten Keim eines Individuums, worin ſich alles concentrirt, was zu dem ſpätern Thier gehört. Solche ova, ſagen wir, giebt es nicht. Es findet Entwickelung Statt, ein Fortſchreiten vom Einfachen zum Zuſammengeſetzten. Das Ei heißt nun in dem Sinne der Epigenetiker ein ſolcher Keim, woraus ſich unter günſtigen Umſtänden ſtets ein gleichartiges Individuum entwickelt.

Die Vertheidiger der generatio aequivoca ſtellen ſich die Sache im Weſentlichen nicht anders vor. Es ſind hier organiſche Stoffe, alſo organiſche Molekule, welche ſich zu etwas Anderm entwickeln und woraus endlich auch Individuen hervorgehen. Warum ſollte der Käſe nicht ein Conglomerat von Eiern ſein, d. h. von ſolchen Molekülen, woraus eben ſo wohl ein Individuum entſtehen kann, als aus einem Inſekteneichen? Die Samenthierchen lehren unwiderſprechlich, daß Thierchen, wenigſtens ihre Keime, welche bloß durch Herumbewegen in einer Flüſſigkeit ſich allmälig immer mehr entwickeln, abgeſchiedene Stoffe, Sekrete ſein können. Der Acarus scabiei, die Filaria dracunculus, die Echinococci und ſo viele andere Entozoen beſtätigen, daß ſie aus gewöhnlichen organiſchen Molekülen eben ſo in dem thieriſchen Körper entſtehen können, als jedes organiſche Körperchen, z. B. ein Schleimkügelchen, Milchkügelchen und Eiterkügelchen. So wie die Keime der Samenthierchen abgeſchiedene Thierkeimchen ſind, ſo können auch die Caſein-Molekule Milbeneier ſein und doch Caſein-Molekule bleiben.

Ganz und gar in Uebereinſtimmung damit ſteht die Entwickelung des Mutterkorns, Secale cornutum, wo ſich nämlich aus dem Halm einer Frucht unter verſchiedenen Umſtänden ein ganz fremdartiges Gewächs entwickelt, ein Schwamm ſtatt einer Graspflanze.

Der Begriff des Eies ſchließt ſich alſo ganz eng an den eines organiſchen Molekülſ, d. i. eines ſolchen, welches aus Grundſtoffen beſteht, deren Aeußerungen unter verſchiedenen Verhältniſſen unendliche Modificationen erleiden, welche neue Verbindungen eingehen, andere aufnehmen und in ſich einſchließen, zu einem ſelbſtſtändigen Ganzen ſich verbinden und alſo ſich von andern, mit denen ſie urſprünglich verbunden waren, losmachen können. Die Käſemilbe, die Schimmelpflanze auf faulenden Früchten ſind ſolche aus organiſchen Molekülen gebildeten Individuen, ſind Reſultate der in den Grundſtoffen liegenden Molekularkräfte, ſo gut es die Samenthierchen ſind.

Kurz: die gewöhnlichen Eierchen von Pflanzen oder Thieren ſind nichts anderes als organiſche Moleküle, denen ähnlich, woraus alle organiſchen Stoffe beſtehen. Sie ſind Produkte organiſcher Körper und unterſcheiden ſich alſo von den Keimen anderer, welche, wie es heißt, durch generatio aequivoca entſtehen, weder der Zuſammenſetzung, noch ihrer Natur nach. Organiſche Moleküle haben die Eigenſchaft, wieder organiſche Moleküle zu erzeugen; in dieſem Hauptpunkte ſind die Eierchen und alle organiſchen Moleküle einander gleich.

Das Pflanzenreich liefert hierfür vortreffliche und unzählige Beiſpiele. Der Baumſtamm trägt keine Blätter, ſondern Zweige; die Zweige auch keine Blätter, ſondern Blattſtiele, und aus dieſen, aus ihrer Spitze entfalten ſich erſt ihre Blätter.

Die Blume entwickelt ſich aus der Spitze des Blüthenſtengels, wie ein Stamm aus dem gelegten Samen aufſchießt. Kein anderer Pflanzentheil iſt fähig, jene hervorzubringen, und mehr noch, jedes Blüthentheilchen entwickelt ſich aus ſeiner Anheftungsſtelle. Die äußerſten Zellen, welche da gefunden werden, ſind die Ernährungszellen ganz eigenthümlicher Theile, welche durch keine andere Zellenart hervorgebracht

werden können. Jede Zelle iſt alſo gleichſam das Ei für beſondere Pflanzentheile; die am Ende des Blattſtieles liegenden Zellen ſind es z. B. für das Blatt, die in der Spitze des Blüthenſtengels liegenden für die ſchönen Blüthenformen und alle ihre Theile. Das Propfen zeigt dies aufs Deutlichſte.

So läßt ſich die Vorſtellung vom Ei in der That zu der von dem organiſchen Molekül zurückführen, und damit erledigt ſich die Streitfrage über die generatio aequivoca und die epigenesis.

So reducirt ſich auch die allgemeine Lebenskraft auf Molekülarkräfte. Lebenserſcheinungen nennen wir die Geſammtwirkungen verſchiedenartiger Zellen, welche je nach ihrer Verſchiedenheit verſchiedene Eigenſchaften beſitzen. In einer Pflanze müßten wir die allgemeine Lebenskraft in ſo viele beſondere Kräfte zerlegen, als es verſchiedene Zellenreihen giebt; wir würden ſie mit anderen Worten auf die Zellenthätigkeit zurückführen müſſen, und damit fällt der Begriff der Lebenskraft mit der Molekularkraft zuſammen.

d. Uebertragung der Lebenskraft.

Die Vorſtellung einer Uebertragung der Lebenskraft ſteht mit dem Begriff von Kraft im offenbaren Widerſpruch. Geweckt wird die ſchlummernde, verſtärkt die ſchwächere Kraft, aber eine Uebertragung derſelben von einem Körper auf den andern iſt undenkbar. Dies muß vorangeſtellt und feſtgehalten werden, wenn man ſich erklären will, wie ein neues organiſches Gebilde, welches von einem andern ſeine Exiſtenz erhalten hat, Leben empfängt.

Wenn das Thier ſeinen Jungen von ſeiner Lebenskraft mittheilte, dann müßte es ſelbſt ein entſprechendes Quantum verlieren; das ſehen wir indeſſen nicht: vielmehr bleibt es oft Jahre lang nach bereits vollendeter Entwickelung der

erzeugten Weſen noch eben ſo kräftig. Der Baum, welcher eine Reihe von Jahren fortwährend Früchte trägt, und aus deſſen Samen rings um den Mutterſtamm herum neue Stämme in großer Anzahl aufgeſchoſſen ſind, lebt nach wie vor. Eine einzige Mohnpflanze bringt Tauſende von Samenkörnern hervor, aus deren jedem wieder eine ebenſo vollkommene Mohnpflanze emporwächſt. Mittheilung der Lebenskraft iſt hier, abgeſehen von dem darin liegenden Widerſpruch, undenkbar. Wir ſehen ſie ſich unter unſeren Augen entwickeln.

Welches iſt aber der Träger dieſes Keims der künftigen Lebensthätigkeit, und worin geſchieht die Entwickelung? Der Träger iſt in jenem Falle der Mohnſamen: eine kleine Menge organiſcher von allen anderen verſchiedener Moleküle; ein wenig Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff, auf eigne Weiſe zu eigenthümlichen Körpern vereinigt, zu Körpern, welche ſowohl durch Stoffmengung, wie Stoffvertheilung charakteriſirt ſind. Die Eigenthümlichkeiten, wodurch ſie ſich von amorphen Präcipitaten und Kryſtallen unterſcheiden, verdanken ſie ihrem Entſtehen; ihre Elemente befinden ſich in einer gewiſſen Tenſion, welche durch die organiſchen Moleküle der Pflanze, unter deren Einfluß ſie früher ſtanden, aus den darin ſchlummernden Kräften geweckt iſt. Mehr beſitzen ſie nicht, als ſie zeigen, und was ſie äußern, iſt Veränderung ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung; der Stärkegehalt des Samens verwandelt ſich allmälig in Gummi und Zucker, und ſo werden augenblicklich chemiſche Kräfte in Thätigkeit verſetzt, welche mit der Entwickelung neuer Formen in innigem Verhältniſſe zu ſtehen ſcheinen.

Eine andere Erſcheinung tritt hinzu: Aufnahme neuer Stoffe von Außen. Dieſe bringen ihrerſeits etwas mit; ſie ſind nicht ſchlechthin Stoffe, ſondern durch chemiſche Kräfte verbundene Stoffe. Davon wird etwas aſſimilirt und mit dem vereinigt, was ſich bereits aus dem Samen

entwickelt hatte. Das ſchon vorhandene und das von Außen hinzugekommene Molekül leben nun beide, das erſtere durch die Kraft, welche es von der Mutterpflanze mitgebracht hat, das zweite dadurch, daß es jenem gleich geworden iſt. Die Möglichkeit dieſer Erſcheinung liegt in dem Stoffe ſelbſt und in deſſen Vermögen, den von dem erſten Molekül ausgehenden Kraftäußerungen nachzugeben; mit anderen Worten: das zweite Molekül mußte in ſich die Fähigkeit beſitzen, unter dem Einfluß des erſteren dieſem gleich zu werden. Alſo hat das zweite Molekül Alles, was ihm eigenthümlich iſt, nicht *empfangen*, ſondern es iſt in ihm *geweckt*. Demnach lebt auch dies Molekül, wie das erſte, und kann ſeinerſeits wieder neue Stoffe von Außen aufnehmen und ſich in jeder Hinſicht gleich machen. So lebt dann auch das dritte Molekül, und ſo breitet ſich das Leben immer weiter aus. Die einmal auf beſtimmte Weiſe gruppirten Moleküle ſetzen ſich von Neuem um und entwickeln dabei neue Kräfte, wie wir dies früher auseinandergeſetzt haben. Hier prüfen wir nur den Begriff der Uebertragung der Lebenskraft.

Aus dem Mitgetheilten wird hinlänglich klar, daß die Eiche durch das Abfallen ihrer Frucht nichts an Lebenskraft verliert; kein Thier etwas bei der Zeugung; ſondern daß in beiden Fällen nur gewiſſe Stoffmengen von dem Mutterkörper abgegeben werden, welche für ſich die Fähigkeit beſitzen, zuerſt ſich einigermaßen ſelbſtſtändig zu entwickeln, dann Stoffe aufzunehmen und mit ihnen grade eben ſo viel Leben, als ſie nachher zeigen. Die organiſchen Stoffe, mögen ſie nun Keime oder Nahrungsſtoffe heißen, beſitzen Kräfte eigenthümlicher Art, welche in den vier Grundſtoffen liegen, woraus ſie alle beſtehen.

II. Anorganiſche, organiſche und organiſirte Körper; Pflanzen und Thiere.

Die Naturkörper zerfallen von ſelbſt in zwei Hauptklaſſen; nämlich in ſolche, welche für gewiſſe Verrichtungen eigene Organe beſitzen, und ſolche, welche dieſelben entbehren. Die erſteren nennt man organiſirte, die zweiten unorganiſirte Körper. Die Stoffe, welche den organiſirten Weſen angehören, oder von ihnen abſtammen, nennt man organiſche Stoffe; die Beſtandtheile der nicht organiſirten Körper heißen unorganiſche Stoffe.

Es iſt leicht, bei organiſirten Körpern, welche viele oder ſehr ausgebildete Organe beſitzen, dieſelben daran nachzuweiſen. Das Auge, der Magen, die Leber ſind ſolche Organe der ſogenannten höheren Thierklaſſen. Was man darunter verſteht, bedarf keiner Erklärung; aber auch bei der unvollkommenſten Entwickelung organiſirter Weſen kann darüber kein Zweifel ſein. Organ heißt ja im Allgemeinen ein Werkzeug, wodurch beſtimmte Verrichtungen zu Stande kommen, mögen dieſe nun ſehr complicirt oder ganz einfach ſein. Eine einfache Zelle iſt ſolch ein Organ, deſſen Wirkſamkeit bloß in der Hervorbringung einer gleichartigen Zelle beſteht.

Die Erzeugung neuer Körper iſt einer beſtimmten Claſſe von Naturprodukten eigen; diejenigen, welche die dazu fähigen Organe beſitzen, heißen organiſirte Weſen. Dieſe Organe ſind zum Theil ſelbſtſtändig, zum Theil wirken ſie, zu einem Ganzen verbunden, zuſammen, um das Ganze zu erhalten, ihm eine gewiſſe Selbſtſtändigkeit zu ertheilen und gewiſſe Funktionen zu erfüllen, und bilden ſo die Körper, welche wir lebende nennen.

Lebende Weſen ſind alſo organiſirt, organiſirte Weſen

leben, organiſirte Körper haben gelebt oder leben. In Allem, was nicht gelebt hat noch lebt, fehlen ſolche Organe, und mit ihnen ihre Funktionen.

Die Mineralien ſind in dieſem Falle.

Ihre Zuſammenſetzung iſt, bei aller Regelmäßigkeit der Form und aller Einfachheit in der Gruppirung der Atome, der Art, daß die Maſſe in dem Zuſtande, welchen ſie einmal angenommen hat, zu verharren ſtrebt. Das Ganze iſt regelmäßig aus Theilen zuſammengeſetzt, welche ſo lange in Ruhe bleiben, bis durch äußere Urſachen neue Kräfte in ihnen geweckt werden. Das ganze Heer der Pflanzen und Thiere hat einen geradezu entgegengeſetzten Charakter; alles, was dazu gehört, befindet ſich in einem Zuſtande unaufhörlicher Bewegung, bis Umſtände eintreten, welche die Bewegung in Ruhe überführen; in einem Zuſtande eines fortwährenden Stoffwechſels, welcher ſelbſt dann noch anhält, wenn die Harmonie der Theile geſtört und die ſelbſtſtändige Exiſtenz des Individuums vernichtet iſt. Die ganze Pflanzen- und Thierwelt beſitzt eine unzählige Menge von Gebilden, welche faſt unaufhörlich in Thätigkeit begriffen ſind, einer Thätigkeit, deren erſte Aeußerung Stoffwechſel iſt und deren übrige durch ſehr verſchiedene Erſcheinung charakteriſirt ſind, welche wir zuſammen unter dem allgemeinen Namen der Lebenserſcheinungen begreifen. Die regelmäßige Aeußerung jener Erſcheinungen bedingt die Geſundheit, eine Störung derſelben verurſacht Krankheit, ihr gänzliches Aufhören den Tod; ihr Zuſammenwirken zu einem gemeinſchaftlichen Zweck, hauptſächlich zur Aufrechterhaltung des Ganzen nennen wir Leben.

Die kleinſten Theile eines organiſirten Körpers ſind meiſtens ſolche kleineren Organe, deren ſehr viele ſich zu einem ſelbſtſtändigen Ganzen vereinigen, um ein ſogenanntes großes Organ (die Nieren zum Beiſpiel) zuſammenzuſetzen; aber dies ſelbſtſtändige Ganze beſteht doch aus nichts Anderm,

als aus den kleinen organiſirten Partikeln, deren jedes mitwirkt, um die Funktionen des größeren Organs zu Stande zu bringen. So wie ein organiſirtes Individuum aus Organen beſteht, ſo iſt ein Organ wieder aus kleinen Organen zuſammengeſetzt, und wie die Aeußerungen des ganzen Individuums von den Geſammtwirkungen der Organe abhängen, ſo ſind die Funktionen des großen Organs Geſammtwirkungen der kleineren, welche das große als ein ſelbſtſtändiges Ganzes auftreten laſſen. Bei den meiſten Organen iſt alſo das Ganze die Summe aller kleinern Organe, ſo wie die Funktion des erſtern ein Concretum aller Funktionen der letzteren zuſammengenommen. Die einfachſte Form einer Lunge iſt eine mit einem Netz von Arterien und Venen durchwebte Luftzelle; die einfachſte Form einer Speicheldrüſe ein Körperchen, worin von der einen Seite arterielles Blut einſtrömt und daraus abgeſonderter Speichel auf der andern Seite austritt. In demſelben Sinne iſt die einfachſte Form einer Pflanze eine Zelle, da ſie, unzählige Male genommen und in mannichfacher Gruppirung zuſammengefügt, die Körper bildet, welche wir Pflanzen nennen.

Die Größe der Organe beſtimmt alſo keineswegs, ob ein Körper überhaupt, oder mehr oder weniger organiſirt iſt; die kleinſten Organe bleiben Organe und äußern ſich durch gewiſſe Verrichtungen, durch Hervorbringung gewiſſer Erſcheinungen, welche nicht ganz, aber zum Theil von äußern Umſtänden abhängig ſind. Je nachdem indeſſen ein Körper mehrere verſchiedene dieſer Organe beſitzt, deren jedes für ſich oder deren Summe verſchiedene Verrichtungen hervorbringt, nennt man ihn mit Recht mehr oder weniger vollkommen organiſirt. In dieſem Sinne giebt es eine bewundernswürdige Reihe von Gebilden; einige höchſt einfach, andere ſehr complicirt im Bau, in der Zahl der kleinern Organe oder ihrer Gruppen, und alſo auch in ihren Aeußerungen und Verrichtungen. Die niederen Pflanzenarten liefern

Beiſpiele zum erſten, die höhern Thierklaſſen zum letzten Falle.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß jedes Organ und jeder Theil deſſelben materiell verſchieden iſt von ſolchen, denen andere Verrichtungen obliegen. Nicht bloß dem Stoffe nach, ſondern auch in der Form und der Anordnung der Theile unterſcheiden ſie ſich bei verſchiedenen Funktionen, ja ſelbſt bei gleichen Funktionen in verſchiedenen Klaſſen derſelben Individuen. Daher eine ſo unendliche Mannigfaltigkeit der Produkte.

Sie ſind im Stande, den von Außen ihnen dargebotenen Stoffen eine neue Gruppirung der Elemente zu verleihen; und ihre Produkte ſind alſo unzählbar. Die durch Organe hervorgebrachten Stoffe nennt man *organiſche* Stoffe; organiſirt heißen ſie, ſobald ſie ſelbſt Organe ſind oder Organe enthalten. Organiſirte Körper ſind alſo auch zugleich organiſche, aber die organiſchen nicht immer organiſirt.

Organiſche, unorganiſirte Stoffe unterſcheiden ſich ihrer Natur nach in nichts von den unorganiſchen, aber in Hinſicht der Anordnung ihrer Theile weichen ſie von jenen ab. Die Grundſtoffe des organiſchen Reichs findet man auch außerhalb deſſelben und zwar überall mit denſelben Eigenſchaften. Indeſſen gehen ſie unter gewiſſen Umſtänden Verbindungen ein, welche von den Umſtänden ſelbſt abhängig ſind. Das Streben nach Vereinigung, welches in den Elementen liegt und nicht außerhalb derſelben geſucht werden muß, und welches von nichts Anderem abhängig iſt, als von den dem Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff eigenthümlichen Grundkräften, dies Streben nach Vereinigung, durch gewiſſe Bedingungen zu einem beſtimmten Grade erhöht, veranlaßt die Bildung neuer Körper. Kleine Temperaturunterſchiede reichen hin, um aus denſelben Elementen ganz verſchiedene Körper (in den chemiſchen Laboratorien) zu erzeugen; die An- und Abweſenheit eines dritten Stoffes und ſo manche andere Umſtände haben bei den gewöhnlichen chemiſchen Verſuchen den größten Einfluß auf die Natur der

Produkte, welche durch Vereinigung zweier oder mehrerer Elemente entstehen.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, müssen verschiedene Organe aus denselben von Außen zugeführten Stoffen die verschiedenartigsten Produkte hervorbringen. Fügt man noch zu der unendlichen Menge verschiedener Organe der Pflanzen und Thiere die Verschiedenheit der von Außen hinzukommenden Stoffe, so wird es begreiflich, wie aus zwei, drei oder vier Elementen die unendliche Menge neuer Verbindungen erzeugt werden kann, welche die organische Chemie aufzuweisen hat. Mit einem Worte: jeder Stoffwechsel in dem organischen Reich ist gleich dem in der unorganischen Natur, Folge der Grundkräfte der Elemente, und darf keiner andern Ursache zugeschrieben werden.

Die Natur dieser Produkte bestimmt also mehr oder weniger die Natur der Funktionen der Organe, aber es giebt noch manche andere Aeußerungen derselben, welche sich viel weiter als auf bloßen Stoffwechsel erstrecken. Eine Menge Individuen haben das Vermögen sich willkürlich zu bewegen, und entsprechende Organe, deren Stoffwechsel sich bloß auf Selbsterhaltung beschränkt (Muskeln); sie haben ferner ein ganzes System von Organen, vermöge welcher sie Stoffe von Außen aufnehmen, sie einige Zeit behalten und zum Theil verarbeiten und zur Bildung neuer organischer Produkte verwenden (Verdauungswerkzeuge); sie haben eigenthümliche Apparate, durch welche gewisse Eindrücke der Außenwelt einem geistigen Wesen mitgetheilt werden, welches Wahrnehmungsvermögen, Willenskraft, ja selbst Bewußtsein hat (Sinnesorgane); einem Wesen, welches nach bestimmten Regeln wählt, urtheilt und schließt, welches sich früherer Zustände erinnert und neue Zustände fingirt als ob sie wirklich beständen; einem Wesen, welches sich bewußt ist, warum es existirt, was es ist und was es werden muß; einem Wesen, welches die Ursache jeder Erscheinung mehr oder weniger ergründen

oder wenigſtens bewundern kann, welches ſich als ein unvollkommenes Ebenbild der Gottheit erkennt, welche die Welten regiert und die Stäubchen erhält; einem Weſen, welches ſittlichen Werth bekommen kann, Gutes vom Böſen unterſcheidet und ſich ſeiner Unſterblichkeit bewußt iſt.

Unausſprechliche Schönheit der materiellen Welt! Am einen Ende der organiſirten Natur ſteht der geiſtige Menſch, welcher eine Zeitlang den meiſterhaften göttlichen Bau bewohnt, einer ſittlichen Entwicklung fähig, welche ihn mit der ganzen Natur und ihren Schönheiten vertraut macht; am andern Ende die kaum ſichtbare Schimmelpflanze, ſo einfach in ihrer Zuſammenſetzung, als unanſehnlich, ſo arm an Organen, wie der menſchliche Körper reich daran iſt.

So leicht dieſe beiden äußerſten Glieder der organiſirten Natur von einander zu unterſcheiden ſind, da kaum noch eine Aehnlichkeit aufgefunden werden kann, ſo ſchwer fällt es, wenn man von dem einen Ende herab und von dem andern hinauf ſteigt, zwiſchen Thieren und Pflanzen eine ſcharfe Grenze zu ziehen.

Das Reſultat aller Verſuche, jene Scheide zu finden, iſt dieſes: daß die Formen der Individuen, welche den Uebergang zwiſchen der Thier- und Pflanzenwelt bilden, und woran ſich beide in gleicher Ordnung anſchließen, nicht erlauben, ſie zu einer von beiden allein zurückzuführen, ſondern daß ſie eben ſo wohl zu den Pflanzen als Thieren gezählt werden können.

Zwiſchen den Stoffen, woraus Thiere und Pflanzen beſtehen, findet unter einigen beſtimmten Verhältniſſen ein merkwürdiger Uebergang Statt. Ich meine die Entſtehung paraſitiſcher Pflanzen auf Thieren. Miguel *) hat einen epizootiſchen Pilz, Isaria cycadae, und Virey **) eine Muskardine der Seidenraupe beſchrieben. Er hat ſpäter ***)

*) Bulletin 1838 pag. 85. **) Journal de Pharmacie. 1838. pag. 83.
***) Journal de Pharmacie, Novembre 1841. pag. 703.

noch andere Beobachtungen mitgetheilt, wornach die Tinea lupinosa von Güy der Chanliak zu einer Art von mucor aus dem Geſchlecht der mycodermata gehört. In der Kruſte, welche den behaarten Theil des Kopfes der Kinder u. ſ. w. bedeckt, finden die Sporen dieſer Pflanzenart einen fruchtbaren Boden, dringen in die Haut und erhalten und nähren ſich daſelbſt; dahin gehören die kleieähnlichen Schimmelarten, mucors u. ſ. w., welche zu der Ordnung der Coniomycetes von Nees von Eſenbeck gehören. Eine Menge flechtenartiger Hautausſchläge gehören zu den ſchwammartigen Mooſen. Meynier von Ornans hat die Warzen der Menſchen zu den Gynoſphorangen gezählt (?). Ob der Lungentuberkel ein Cycoperdon und der Krebs eine Uredo caries iſt, läßt ſich ſchwer entſcheiden.

Wenn alſo auch Niemand im Zweifel iſt über Charaktere, welche der Eiche und dem Löwen zukommen, deren jedes dem Geiſt einen Totaleindruck mittheilt wie eine Norm, wornach Thiere und Pflanzen beſtimmt und unterſchieden werden, ſo hat doch die Natur auch Uebergangsformen gebildet, welche keine beſtimmte Claſſificirung geſtatten.

Alle Verſuche, eine beſtimmte Grenze zwiſchen dem Thier- und Pflanzenreich zu ziehen, ſind daher fruchtlos. Zu den letzten dieſer Art gehören die von Dumas (Comptes Rendues 28. Nov. 1842). Dieſer meint, daß die folgenden Unterſchiede ein neues Syſtem begründen, und der verſchiedene Charakter dadurch deutlich ausgeſprochen werde.

Die Pflanze

erzeugt neutrale ſtickſtoffhaltige Körper,
erzeugt Fette,
erzeugt Zuckerarten, Mehlſtoffe,
erzeugt Gummiarten,
zerſetzt die Kohlenſäure,
zerſetzt Waſſer,
zerſetzt Ammoniakſalze,

entwickelt Sauerſtoff,
nimmt Wärme auf,
nimmt Electricität auf,
iſt ein Reductionsapparat,
iſt unbeweglich.

Das Thier

verzehrt neutrale ſtickſtoffhaltige Körper,
verzehrt Fette,
verzehrt Zuckerarten, Mehlſtoffe,
verzehrt Gummiarten,
erzeugt Kohlenſäure,
erzeugt Waſſer,
erzeugt Ammoniakſalze,
abſorbirt Sauerſtoff,
erzeugt Wärme,
erzeugt Electricität,
iſt ein Oxydationsapparat,
hat willkürliche Bewegung.

Man muß mit dem Standpunkte der Wiſſenſchaft unbekannt ſein, um alle zuſammengeſchriebenen Sachen für neu und das Obige für wahr zu halten. Nicht ein einziges der genannten Unterſcheidungsmerkmale kann die Probe beſtehen, wie allgemein bekannt iſt, und wie ſich aus dem Folgenden ergeben wird.

So wie die Pflanzen und Thiere durch keine ſcharfe Grenze ſich trennen laſſen, eben ſo iſt es mit den unorganiſirten und organiſirten Körpern der Fall. Wenn die Organe ein Minimum von Funktion beſitzen, ſo befinden wir uns an dem äußerſten Ende der Körperreihe, deren zuſammengeſetztere Glieder ſich von einem Mineral wohl unterſcheiden laſſen, aber deren einfachſte uns den Weg bahnt zu der Kenntniß einer andern Reihe von Körpern, welche, ganz von Umſtänden abhängig, in ſich kein Vermögen beſitzen, etwas anderes zu äußern als die gewöhnlichen Eigenſchaften der Materie.

Die allgemeinen Kennzeichen der organisirten und lebenden Körper sind Entwicklung, Wachsthum, Fortpflanzung und Tod. Diese den Thieren und Pflanzen gemeinsamen Eigenschaften werden bei jenen noch durch das Vermögen vermehrt, äußere Eindrücke zu empfinden und sich nach Willkühr zu bewegen. Nach Schleiden *) wird das Thier durch ein Streben des Organismus charakterisirt, sein Leben zu einer möglichst hohen Stufe von individueller Absonderung zu entwickeln und seine wichtigsten Organe im Innern zu verbergen, während es nach Außen hin eine möglichst gleichförmige Oberfläche zeigt; die Pflanze trägt im Gegentheil ihre Hauptorgane mehr äußerlich, entwickelt sich sehr nach Außen und ist an der Oberfläche am vollkommensten ausgebildet.

Fehlen einem Körper diese den Pflanzen und Thieren gemeinschaftlich zukommenden Eigenschaften, so ist es entweder ein unorganisches oder ein todtes organisches Gebilde. Die letzteren charakterisirt die Unthätigkeit der bestehenden Organe, die ersteren der gänzliche Mangel derselben.

Die fast ganz aus Eisenoxydkörnchen bestehenden Skelette der Gallionella ferruginea von Ehrenberg **) zeigen, daß ein fast ebenso unmerkbarer Uebergang zwischen organischen und unorganischen Körpern existirt, wie zwischen Thieren und Pflanzen ***).

Binäre, ternäre Verbindungen.

Man hat eine scharfe Grenze zwischen den organischen und unorganischen Körpern ziehen zu können geglaubt, indem man annahm, daß in den ersten ternäre und quater-

*) Grundzüge der wissensch. Botanik I. S. 29.

**) Schleiden, Grundzüge der wissensch. Botanik, S. 24.

***) Ueber den Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren siehe Kuloega, Naturgeschichte der Infusionsthiere. St. Petersburg und Caelsruhe 1839 und 1841. S. 30.

näre, in letzteren nur binäre Verbindungen vorkämen. Dieſe Unterſcheidung iſt nicht nur ganz willkührlich, ſondern auch durchaus unchemiſch. Wer einigermaßen mit der heutigen organiſchen Chemie vertraut iſt, weiß, daß bereits eine Menge zuſammengeſetzter Radikale gefunden ſind, und daß mit der Auffindung des erſten Radikals das Wort »ternäre oder quaternäre Verbindung« ſeine Bedeutung verlor. Aether beſteht nicht aus $C_4H_{10}O$, ſondern iſt $C_4H_{10} + O$. Der Sauerſtoff kann daraus fortgenommen und durch Schwefel, Chlor, Brom, Jod, Cyan erſetzt werden. Es giebt ein Aethyl C_4H_{10}, eine binäre Verbindung, welche ſich mit Sauerſtoff, Schwefel u. ſ. w. vereinigt und damit andere binäre Verbindungen bildet. Ohne Zweifel ſind alle organiſchen Körper auf ähnliche Weiſe zuſammengeſetzt, aber von ſehr vielen kennt man noch die Radikale nicht. Vor wenigen Jahren war noch kein einziges bekannt; die Wiſſenſchaft entdeckt deren gegenwärtig immer mehr und gewährt die Ausſicht, daß jeder organiſche Körper auf ſein Radikal zurückgeführt werden wird.

Will man zwiſchen den organiſchen und unorganiſchen chemiſchen Körpern einen Unterſchied machen, ſo kann man ſagen, daß in erſteren zuſammengeſetzte, in letzteren einfache Radikale vorkommen. Aber iſt dieſer Unterſchied in der Verſchiedenheit der beiden Naturreiche begründet, oder durch die Verſchiedenheit der Natur des Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs und Stickſtoffs? Die Antwort ergiebt ſich von ſelbſt, denn das organiſche Reich iſt aus den vier Grundſtoffen, aber letztere nicht durch das organiſche Reich entſtanden. Daß alle organiſchen Körper zuſammengeſetzte Radikale beſitzen, iſt ſogar zweifelhaft; im Gegentheil iſt es wahrſcheinlich, daß Celluloſe, Stärke, Gummi u. ſ. w. aus Kohlenſtoff und Waſſer beſtehen. Die Veränderung der Gerbſäure in Gallusſäure beſtärkt dieſe Vermuthung (ſiehe Gerbſäure).

Jurtapoſition.

Ein anderer weſentlicher Unterſchied ſoll in der Art und Weiſe liegen, wie die organiſirten und unorganiſirten Körper entſtehen. In dieſen nimmt man Jurtapoſition an; in jenen Wachsthum, Ablagerung eines feſten Körpers in irgend einem Theile. Dieſe Unterſcheidung iſt erſtlich nicht vollkommen genau; denn die Hörner, Nägel und Haare, ſämmtlich Proteinverbindungen, entſtehen durch Jurtapoſition. Für die Haare hat Dr. von Laer dies beſonders bewieſen und über allen Zweifel erhoben.

Aber verfolgen wir die Jurtapoſition in der unorganiſchen Natur. Wenn Gyps mit Waſſer angerührt zu einer feſten Maſſe erſtarrt, wo iſt da Jurtapoſition? Verhält es ſich anders mit der Ablagerung der Knochenſubſtanz in den Knochenzellen? Breitet ſich die Knochenſubſtanz der Schädelknochen nicht ſtrahlenförmig von einem Centrum aus? Nehmen wir ein Beiſpiel aus dem Pflanzenreich.

Wie geſchieht die Holzbildung? Iſt es keine wahre Uebereinanderlagerung, wenn gegen die Zellenwand Holzſubſtanz in Schichten ſich abſetzt? Aber auch bei gewöhnlicher Entwickelung eines Organs iſt dies nicht anders. Materie kann die Materie nicht durchdringen; iſt einmal ein Keim eines durch Jurtapoſition entſtandenen Organs ausgebildet, ſo kann dies Organ an Umfang nicht zunehmen, ohne daß ein Theilchen ſich dicht an das andere legt und dies dadurch verſchiebt; und darin haben wir wahre Jurtapoſition. Die Entwickelung der Zellen, welche erſt in neueſter Zeit genauer ſtudirt iſt, beſtätigt dies vollkommen *). Der Unterſchied findet ſich indeſſen zwiſchen Kryſtallen und manchen organiſchen Gebilden, daß die zellenartigen und faſerigen

*) Siehe Schwan, mikroſkopiſche Unterſuchungen über die Uebereinſtimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. S. 191. flg.

Grundformen der letztern bei jenen fehlen; ebenſo fehlen die ſymmetriſchen Formen in der organiſchen Natur. Dieſe iſt den ſymmetriſchen Formen eben ſo fremd, wie die unorganiſche Natur der Zellen- und Faſerbildung; denn ſelten findet man in dem Pflanzen- oder Thierkörper kryſtalliniſche Stoffe, und diejenigen, welche regelmäßig kryſtalliſiren können, ſind meiſt darin in einem ſehr vertheilten Zuſtande oder gelöſt enthalten. Von dem ſchön kryſtalliſirbaren Thein findet man weder im Kaffee noch im Thee Spuren eines Kryſtalls.

Nimmt man hinzu, daß manche organiſche Körper, nur unter günſtige Verhältniſſe gebracht, Jurtapoſition bekommen, z. B. Weinſäure, Citronenſäure u. ſ. w., Morphin, Narcotin, manche Harze, Kampher u. ſ. w., lauter organiſche Gebilde, dann fällt der in dieſem Sinne gemachte Unterſchied zwiſchen organiſcher und unorganiſcher Natur ganz weg. Organiſirte und nicht organiſirte Weſen unterſcheiden ſich indeß dadurch, daß die erſtern in der Regel zellige, letztere meiſt kryſtalliniſche Textur haben, jene Funktionen erfüllen, dieſe dazu ganz unfähig ſind. Daß die Urſachen dieſer Verſchiedenheit von den Kräften abgeleitet werden muß, welche urſprünglich in den vier organiſchen Molekülen und in den aller übrigen Elemente liegen, iſt nach dem Obigen nicht anders denkbar. Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff haben die Eigenthümlichkeiten, welche wir in tauſendfachen Folgen in der organiſchen Natur wahrnehmen. Jene Elemente ſind potenzirt, wenn dies Wort in der Wiſſenſchaft beibehalten werden ſoll.

Endlich iſt zwiſchen Pflanzen und Thieren, welche beide durch Zellenform der zuſammenſetzenden Organe charakteriſirt ſind, der weſentliche Unterſchied, daß bei den Pflanzen die Zellenſubſtanz Celluloſe $C_{24}H_{42}O_{21}$ iſt, während ſie bei den Thieren aus $C_{13}H_{20}N_4O_5$ oder den beim Kochen leimgebenden Stoffen beſteht: ein Unterſchied, welcher nach unſerm jetzigen Wiſſen bei keiner Pflanze und keinem Thiere eine Ausnahme erleidet.

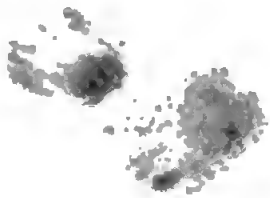
Vorrede zur deutschen Ausgabe.

Herr Professor Wöhler war so gütig, sich für eine deutsche Ausgabe dieses Werkes zu interessiren. Verschiedene Umstände, namentlich ein Unglücksfall, der Herrn Dr. Schnedermann — welcher die Uebersetzung übernommen hatte — betroffen, haben das Erscheinen derselben ein wenig verzögert.

Seit dem Erscheinen der ersten vier Lieferungen der holländischen Ausgabe sind Zusätze und Veränderungen nothwendig geworden, welche ich dieser, von Herrn Dr. Kolbe besorgten deutschen Ausgabe einverleibe, so daß dieselbe als ein Originalwerk angesehen werden kann, welches in den folgenden Lieferungen gleichzeitig mit der holländischen Ausgabe ausgegeben werden wird.

Utrecht, im April 1844.

G. J. Mulder.



III. Die Atmosphäre in ihrem Verhältniß zur organisirten Natur.

In der ganzen Natur existirt ein inniger Zusammenhang zwischen den verschiedenen Wirkungen, so daß die Vernichtung der einen stets die Störung einer andern zur Folge hat, gleich wie durch Auflösen eines Gliedes der Zusammenhang einer ganzen Kette aufgehoben wird. Wenn das Wasser sein Vermögen verlöre zu verdampfen, so würde alles Lebendige von der Erde verschwinden; eine plötzliche Veränderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre hätte eine augenblickliche Vernichtung von Tausenden der lebenden Wesen auf der Erdoberfläche zur Folge. Hier wird durch das Zusammenwirken vieler thätigen Ursachen eine Erscheinung, [redacted]Körper hervorgebracht; dort ist Vernichtung des einen [redacted]e Bedingung zum Entstehen des andern.

Nichts befremdet bei einer oberflächlichen Betrachtung mehr als das Wechseln der Formen und die Veränderung der Gestalten, welche ein Stoff nach einander erleidet, und Nichts erregt bei tieferer Erkenntniß der Naturgesetze eine größere Bewunderung als die Erscheinung, daß nur die Gestalt vergeht, der Stoff zwar die Form verändert, aber selbst unvergänglich ist. Wir denken, sehen, fühlen und sprechen mit einander vermittelst komplicirter aus einer Masse von Grundstoffen zusammengesetzter Organe, welche Stickstoff, Wasser

stoff, Sauerstoff, Phosphor, Schwefel, Kalk, Magnesia, Eisen, Kochsalz, Kohlensäure und noch manche andere Verbindungen enthalten; aber diese Organe bestehen nur für kurze Zeit in unverändertem Zustande. Bei dem Athmungsproceß verlieren wir etwas und nehmen dafür etwas anderes auf; die Ausdünstungen der Haut und überhaupt alle Absceidungen befördern den Wechsel; und was wir heute sind, sind wir schon morgen nicht mehr; selbst nach einigen Augenblicken ist unser Körper nicht mehr derselbe.

Die organische Masse, woraus der menschliche oder Thierkörper besteht, ist ein Compositum von Stoffen, welche wir durch gewisse Organe in den Körper führen. Was jetzt ein Theil des menschlichen Körpers ist, gehörte vor einigen Tagen einem Thierkörper an, war vor einigen Wochen noch ein Bestandtheil der Pflanzen. Und die Substanzen, woraus wir heute bestehen, dienen vielleicht nach wenigen Monaten wiederum der Pflanze zur Nahrung.

Jedes Organ ist ein Theil der Atmosphäre und der Erdoberfläche, und ist davon nur auf kurze Zeit geschieden, um bald wieder dahin zurückzukehren. Dann ernähren die Bestandtheile unsers Körpers wieder Pflanzen und Thiere, und der spätere Mensch zehrt ohne Zweifel von der Substanz seiner Vorfahren.

So hat die Gottheit mit einer kleinen Menge Stoffe durch einmaliges Verleihen bestimmter Kräfte unzählige Zwecke zu erreichen gewußt, auf deren Erforschung das Streben des Naturforschers gerichtet ist.

Die sparsame Natur hat, wie bekannt, hauptsächlich aus vier Grundstoffen alle organischen Wesen gebildet. Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff sind die Bestandtheile von allem, was lebt oder gelebt hat. Hiermit vereinigen sich noch einige sogenannte unorganische Stoffe, um das organische Ganze vollkommen zu machen. Es ist also von Wichtigkeit, die Veränderungen zu studiren, welche die

Verbindungen jener Stoffe erleiden, wenn sie bald einen Pflanzentheil ausmachen, bald dem thierischen Organismus angehören.

Ferner ist bekannt, daß die Thiere sich von den Pflanzen ernähren, und daß also die Pflanzen es sind, wodurch jene an die Erdoberfläche gebunden werden. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet müssen uns jene Gebilde, welche der todten Erde Duft und Farbe verleihen, von der höchsten Wichtigkeit erscheinen. Diejenigen, welche als Nahrungsmittel dienen, machen in der That nur eine kleine Menge vom Ganzen aus; der Mensch benutzt kaum den hundertsten Theil der auf der Erde vorkommenden Gewächse. So bleibt die Wahrheit unbestreitbar: ohne Pflanzen keine Thiere, die Infusorien ausgenommen.

Zum dritten ist bekanntlich das, was wir gewöhnlich Fäulniß nennen, nichts anderes als Veränderung der Form. Unter dem Einfluß der Lebensthätigkeit hat ein Körper eigenthümliche Kräfte erhalten, welche mit Vernichtung der ersteren wieder in den früheren Zustand der Unthätigkeit zurückgehen. Werden die durch die Lebenskraft erzeugten Verbindungen dem fernern Einflusse derselben entzogen, so gehen daraus eine Menge gasförmiger, flüssiger und fester Produkte hervor, welche eben so viele und dieselben Stoffe enthalten, wie der Körper, woraus sie entstanden. Da haben wir eine neue Wirkung der Kräfte, wodurch die Natur die organische Welt erhält. Mit der Vernichtung des Organismus beginnt ihre Thätigkeit; sowie das Leben die Ursache ihrer Vernichtung ist. Wenn in einem organischen Ganzen das Streben der zusammensetzenden Theile nach einem gemeinschaftlichen Ziele, die Erhaltung des Ganzen und also das Leben aufhört, so beginnt unmittelbar darauf schon wieder neues Leben. Die neuen Produkte sind zwar Ekel erregend, aber nichts desto weniger tragen sie den Keim der schönsten Verbindungen in sich. Die schönste Pflanze ist aus keinen andern als solchen

Verwesungsstoffen entstanden, und auch der Mensch entlehnt von ihnen seine Bestandtheile.

Ein Viertes kann ebenfalls als bekannt angenommen werden; nämlich die Wichtigkeit der schwarzen Erdschicht, welche unsern Planeten an manchen Stellen bis zur Dicke mehrerer Fuße umgiebt. Könnte man diese Erdkruste hinwegnehmen, so würde man damit Alles, was darauf lebt, augenblicklich vernichten, oder einem schnellen Untergang entgegenführen. Nur auf ihr gedeihen die Pflanzen, wo sie fehlt, findet man entweder keine oder nur ungesunde Gewächse. Sie ist der Standort der an die Erde festgebannten organischen Wesen; in wie weit sie dieselben ernährt, wird weiter unten entwickelt werden.

Ich füge endlich noch eine fünfte Thatsache hinzu, welche jetzt hinlänglich bewiesen ist: nämlich die Bedeutung der gasförmigen Hülle, welche bis auf eine ansehnliche Entfernung unsern Erdball umgiebt, dieses Luftoceans, welcher in seiner Wuth Paläste niederreißt und in den Augenblicken der Ruhe Felsen in Staub verwandelt, welcher stets auf Vernichtung ausgeht von Allem, was ihm auf der Erdoberfläche an todten Stoffen dargeboten wird, und der wiederum alles Leben erhält. Was da lebt, bedarf der atmosphärischen Luft. Sie ist der Nahrungsstoff für Pflanzen und Thiere, sie verleiht den organischen Wesen mit den Stoffen Kräfte; sie ist die wahre Lebensquelle für alles Lebendige auf unserm Planeten.

Wir erwähnten so eben einer der wunderbarsten Naturerscheinungen, nämlich des unaufhörlichen Wechsels derselben Stoffe, welche, unter den verschiedensten Gestalten auftretend, bald als Bestandtheile der Atmosphäre oder der schwarzen Erdrinde unsern Erdball umgeben, bald die Organe der Pflanzen und Thiere zusammensetzen.

Als allgemeines Gesetz haben wir erkannt, daß derselbe Stoff zwar mancherlei Formen annehmen und neue Verbin-

dungen eingehen, keineswegs aber seine Natur verändern kann, und daß die Natur mit denselben Stoffen zu verschiedenen Zeiten verschiedene Zwecke erreicht. Die Körper, welche jetzt die Erde schmücken, werden, insofern sie organisirt sind, nach kurzer Zeit vernichtet; ihre Bestandtheile vereinigen sich auf eine ganz neue Weise, bilden neue Formen und sind in der Zwischenzeit Bestandtheile der Erdrinde oder der Atmosphäre.

Nur eine kleine Menge Stoffe im Verhältniß zur großen Erdmasse wird dazu von der Natur verwandt. So reich und unerschöpflich sie in der Erhaltung des Lebens zu sein scheint, so beschränkt sind ihre materiellen Mittel. Die Anzahl der Thiere und Pflanzen, welche gleichzeitig auf der Erde existiren, kann kaum größer sein als gegenwärtig, weil es an den zu ihrem Bestehen erforderlichen Stoffen fehlen würde. Nimmt die Thierwelt überhand, so muß die Pflanzenwelt abnehmen, denn jene nähren sich von den Bestandtheilen der letzteren. Die dünne Erdkruste, die Bestandtheile der Thiere und Pflanzen und ein kleiner Theil der Atmosphäre machen den ganzen Vorrath für die Erzeugung und Erhaltung aller lebenden und organisirten Körper aus.

Werfen wir nun einen Blick auf die Atmosphäre und ihr Verhältniß zur organisirten Natur. Ich will zuerst über ihre Zusammensetzung sprechen, welchen Einfluß sie gegenwärtig auf das Leben der Pflanzen und Thiere ausübt, und welche Bedeutung letztere wieder für die Atmosphäre haben; zweitens, wie sie früher wahrscheinlich beschaffen gewesen ist und über ihren damaligen Einfluß; und endlich über die Ursachen, welche gegenwärtig ihre Zusammensetzung ändern können, um daraus die mögliche Beschaffenheit derselben für zukünftige Zeiten abzuleiten.

Wir kennen die Atmosphäre als eine unsichtbare, leicht bewegliche Hülle des Planeten, welche sich bis auf sehr weite Entfernungen von demselben erstreckt und jeden leeren Raum

auszufüllen strebt. Durch allgemeine und besondere Ursachen in beständiger Bewegung erhalten, bildet sie ein vollkommen gleichförmiges Gemenge der wenigen Körper, welche ihre Hauptbestandtheile ausmachen, aber sie ist zugleich das Reservoir für alle gasförmigen Substanzen und alle Ausdünstungen der Erdoberfläche. Ohne jene Bewegung würde jede Veränderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre verpestend auf das Leben der Thiere und Pflanzen einwirken, jeder organische Körper würde seine eigene Atmosphäre bekommen, die brauchbaren Bestandtheile derselben consumiren, die unbrauchbaren zurücklassen, und so würde er bald von allem, was nicht zu seiner unmittelbaren Umgebung gehört, getrennt sein.

Denken wir uns einen unbeweglichen Dunstkreis, woraus jeder Organismus entnimmt, was er bedarf, und welcher alles behält, was nicht assimilirbar ist: alles Leben wird binnen wenigen Tagen von der Erdoberfläche verschwunden sein. Es ist also eine weise Einrichtung, daß die Atmosphäre durch mancherlei Ursachen in unaufhörlicher Bewegung erhalten wird. Was dem einen organisirten Wesen schadet, ist dem andern Bedürfniß, was das eine im Ueberfluß ausgiebt, wird von dem andern assimilirt; was hier in großer Menge entwickelt schädlich sein würde, wird durch unendliche Vertheilung, durch die Bewegung der Luft unschädlich gemacht.

Ich leite absichtlich die Aufmerksamkeit zuerst auf diese unaufhörliche, durch Temperaturunterschiede und andere Ursachen erzeugte Bewegung der Atmosphäre, weil darin der direkte Beweis liegt, daß, wie sie auch immer zusammengesetzt sein mag, und welche Bestandtheile ihr entzogen oder wiedergegeben werden mögen, sie stets ein homogenes Gemenge bleiben und in allen Höhen über der Erdoberfläche gleiche Zusammensetzung haben muß. Unmittelbare Folge dieser weisen Einrichtung ist, daß alle organisirten Wesen

überall im gleichen Maaße dem Einflusse der Atmosphäre ausgesetzt sind.

Die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft sind: Sauerstoff und Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf; die Quantitäten der beiden letzteren variiren unter verschiedenen Umständen auf eine durch das Experiment noch wahrnehmbare Weise. Aber eine Differenz in dem Verhältniß der beiden ersten Bestandtheile läßt sich durch die schärfsten Beobachtungen nicht nachweisen. Ihre relativen Mengen verhalten sich bekanntlich wie die Zahlen 21:79, während der Kohlensäuregehalt im Durchschnitt ein halbes Tausendstel beträgt; die Quantitäten des Wasserdampfs variiren am meisten.

Zu diesen Hauptbestandtheilen der atmosphärischen Luft kommen noch unzählige andere. Die Ausdünstungen der organisirten Wesen, die Produkte der Vulkane und der künstlichen Verbrennungen, die Gasentwickelungen aus Gruben und anderen Oeffnungen der Erdoberfläche, die Dämpfe flüchtig werdender fester Körper, die flüchtigen Oele der Pflanzen, die gasförmigen Produkte der Fäulniß der Thier- und Pflanzenkörper, die Exhalationen der Menschen und Thiere, die großen Quantitäten der bei den Gewerben und manchen chemischen Processen verdampfenden Substanzen, und endlich die flüchtigen Bestandtheile thierischer Excremente sind Ursachen der Verunreinigung der Atmosphäre und der mannichfachen Veränderung ihrer Zusammensetzung.

Ein einziger Umstand verhindert, daß jene Stoffe sich in größerer Menge in der Luft ansammeln: der Regen, diese einfache und doch so mächtige Naturerscheinung, führt bei seinem Fall alles mit sich herab, was in der Luft schwebt und nicht zu ihren wesentlichen Bestandtheilen gehört, und während er sie von allen schädlichen Beimengungen säubert, giebt er letzteren zugleich Gelegenheit, sich an der Erdoberfläche mit den vorhandenen Stoffen zu neuen unschädlichen Verbindungen zu vereinigen.

Die durch den Regen gereinigte und durch Luftströmungen in unaufhörlicher Bewegung erhaltene Atmosphäre bleibt also stets ein gleichförmiges Gemenge jener vier Substanzen; auf ihre Bestimmung beschränkt sich allein die quantitative Untersuchung.

Was zuerst den Sauerstoff- und Stickstoffgehalt betrifft, so ist es noch gar nicht lange her, daß darüber die ersten Versuche angestellt sind. Hat man doch erst vor kurzer Zeit in der Wissenschaft angefangen zu messen und zu wägen. Lavoisier bediente sich zuerst der Wage, gebrauchte sie aber wenig; bei der Feststellung des Kilogrammgewichts am Ende des vorigen Jahrhunderts wurde es von der dazu niedergesetzten Commission zu Paris als eine Merkwürdigkeit aufgezeichnet, daß die vom Mechanikus Fortin verfertigte Wage noch für ein Milligramm empfindlich war. Die Kunst zu messen und zu wägen ist also kaum sechszig Jahre alt; älter kann daher auch die genaue Bestimmung der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft nicht sein.

Von den in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen sind außer den älteren von Scheele, Priestley, Cavendish, Horace Benedikte de Saussure, besonders die von Volta, de Martin, Spallanzani, Berger, Configliachi, Dalton, Humphry und Edmund Davy, Biot, Gay-Lussac, von Humboldt, Brunner, Theodore de Saussure, Verver und Dumas von Wichtigkeit.

Früher hielt man die Zusammensetzung für veränderlich. Man erfand ein Instrument, um den Sauerstoffgehalt zu bestimmen. Je größer er gefunden wurde, um so tauglicher hielt man die Luft für die Respiration, deshalb nannte man jenes Instrument Eudiometer, Tauchlichkeitsmesser der Luft.

Die Unveränderlichkeit dieses Gemenges ist erst 1804 durch von Humboldt und Gay-Lussac nachgewiesen,

welche in den Monaten November und December, sowohl bei trockenem, als bei feuchtem oder Regenwetter und bei verschiedenen Winden, Luft von Paris über der Seine auffingen und der eudiometrischen Untersuchung unterwarfen.

Aus 29 an 29 verschiedenen Tagen angestellten Versuchen ergab sich, daß die größte Menge des gefundenen Sauerstoffs 21,2 die kleinste Menge 20,9 Procente betrug, deren Differenz noch innerhalb der Beobachtungsfehler lag.

Seitdem Männer, wie von Humboldt und Gay-Lussac, die constante Zusammensetzung der Atmosphäre nachgewiesen haben, ist sie von Niemand mehr bezweifelt, und die Eudiometer dienen nicht mehr dazu, um die Tauglichkeit der Luft zu messen, sondern den unveränderlichen Sauerstoffgehalt derselben zu zeigen.

Dreißig Jahre später hat Theodore de Saussure auf eine ganz andere Weise die Luft in der Nähe von Genf und in Genf selbst untersucht. Er bediente sich dazu des fein zertheilten Bleies, welches er mit der zu untersuchenden Luft und Wasser schüttelte; eine Methode, nach welcher man vor einigen Jahren in London irriger Weise Bleiweiß fabriciren zu können geglaubt hat.

Durch Schütteln der Luft mit feuchtem Blei verband de Saussure den Sauerstoff mit dem Metall und behielt reinen Stickstoff übrig. Seine Versuche mit Luft, welche über dem Genfer See und zu Chambeisy aufgefangen war, gaben bei verschiedenen Winden und verschiedener Witterung als Minimum 20,98 Sauerstoff, als Maximum 21,15, also im Mittel 21,05.

Diese Resultate sind von Gay-Lussac bestätigt, welcher von seiner Luftreise aus einer Höhe von 21430 Fußen Luft mitgebracht hat; ferner untersuchte von Humboldt Luft vom Antisana, einem 16640 Fuß hohen Berge, Gay-Lussac und von Humboldt Luft vom 6170 Fuß hohen Cenis, Configliachi von dem Legnone aus einer Höhe

von 8130 Fuß. Endlich hat auch Dumas kürzlich durch Anwendung einer andern Methode gleiche Resultate erhalten, indem er Luft über glühendes Kupfer streichen ließ und den Stickstoff auffing.

Auch unreine Luft gab nach Abscheidung und Abzug der fremdartigen Beimengungen ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, welches dem Verhältniß von 21:79 entsprach. Configliachi untersuchte z. B. eine Luft über Reisfeldern, Séguin, Gay-Lussac und von Humboldt aus einem mit Menschen angefüllten Theater zu Paris, C. Davy aus Hospitälern, Th. de Sauſſure aus einem Schlafzimmer des Morgens. Alle diese Luftarten zeigten keine Verschiedenheit im Stickstoff- und Sauerstoffgehalt, wenn die fremden Beimengungen zuvor abgeschieden waren.

Nach Levy soll die Zusammensetzung der Luft nicht immer constant sein. Er fand z. B. für die Luft von Guadelup, an verschiedenen Stellen von Deville gesammelt.

28.	Nov.	1842	226,8	Sauerstoff
23	»	»	228,5	»
29	»	»	230,0	»
20	»	»	230,3	»
27	»	»	230,4	»
21	»	»	230,5	»
23	»	»	231,4	»

Die Luft von Copenhagen gab vom 17. Nov. bis zum 22. Dec. 1841 dem Gewicht nach 23 % Sauerstoff. Zu Elseneur an der See fand er im Februar 1842 23,037 %. Er sammelte am 2., 3. und 4. August auf der Reise von Havre nach Copenhagen Luft, welche 22,6 % Sauerstoff enthielt.

Levy erklärt jene Differenz durch die Sauerstoffentwickelung der Infusorien, welche sich zu Zeiten in dem Seewasser finden (siehe unten). Aber es ist die Frage, ob nicht

seine Analysen selbst die Schuld tragen *). Für jetzt haben wir allen Grund, die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft in Rücksicht auf ihren Sauerstoff- und Stickstoffgehalt für constant zu halten.

Dürfen wir hieraus schließen, daß die Sauerstoff- und Stickstoffmengen der Atmosphäre nie wechseln? Keineswegs; die bestehenden Differenzen sind aber so gering, daß sie sich der Beobachtung entziehen, und die störenden Ursachen nicht so groß, als diejenigen, welche die Differenzen ausgleichen; in geschlossenen Räumen wird durch den beständigen Luftwechsel das gestörte Gleichgewicht viel zu rasch hergestellt, um wahrnehmbar zu sein; und in freier Luft wird durch die beständigen Luftströmungen stets ersetzt, was ihr durch mancherlei Umstände an Sauerstoff entzogen wird.

Die außerordentliche Menge des Sauerstoffs ergiebt sich aus folgender Rechnung. Nehmen wir an, daß die atmosphärische Luft unsern Erdball auf eine Entfernung von ohngefähr einer geographischen Meile (22843 Fuß) umgiebt, so beträgt, da der Radius der Erdkugel eine Länge von etwa 860 Meilen hat, das ganze Luftvolumen ohngefähr 9,307,500 Cubikmeilen, d. h. es würde einen Cubus erfüllen mit einer Seite von 210 Meilen Länge; und da der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre 21% beträgt, so folgt, daß jede Seite eines von diesem Gase erfüllten Cubus 125 Meilen Länge haben würde. (Poggendorf, Handwörterbuch I. pag. 562.)

Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft ist sehr constant. Er ist auf verschiedene Weise bestimmt. Dalton schüttelte ein Volumen Luft mit Kalkwasser und wog die Menge des kohlensauren Kalks. Thénard bediente sich zu demselben Zwecke des Barytwassers. Th. de Saussure nahm ein kleines mit Barytwasser gefülltes Gefäß und hing es in einem mit atmosphärischer Luft gefüllten Ballon auf.

*) Siehe Journal de Pharmacie et de Chimie, Mars 1824. p. 212.

Brunner endlich trieb vermittelst eines Aspirators Luft durch Schwefelsäure, feuchten Kalk und wieder durch Schwefelsäure und wog die mit den beiden letzten Stoffen gefüllten Apparate.

Von de Saussure wurden in den Jahren 1827 und 1829 in gleicher Absicht Versuche angestellt. Als Mittel aus 104 Bestimmungen für die Luft von Chambeisy, einem Dörfchen in der Nähe von Genf, ergab sich der Kohlensäuregehalt von 10,000 Theilen Luft zu 4,15, das Minimum war 3,15, das Maximum 5,74. Diese Differenzen sind zu groß, um bloß Beobachtungsfehlern zugeschrieben zu werden. De Saussure fand ferner, daß die Luft bei Tage weniger Kohlensäure enthalte als des Nachts; bei Tage im Mittel 3,38, des Nachts 4,32; das Maximum für den Tag war 5,4, für die Nacht 5,75. Bei schwachem Winde im Mittage war der Kohlensäuregehalt geringer, als bei starkem Winde, bei schwachem Winde 3,76, bei starkem 3,98. Heftige Platzregen verminderten die Menge der Kohlensäure nicht so sehr, als ein anhaltender gelinder Regen. Ueber bebautem Lande war der Gehalt größer als über dem Genfer-See. Zu Chambeisy fand er 4,60, während die Luft über dem Wasser 4,39 gab. Aus 30 zu Chambeisy und in einer Straße von Genf gleichzeitig angestellten Beobachtungen ergab sich der Kohlensäuregehalt der Luft außerhalb Genf zu 4,37, in der Stadt zu 4,68, also größer, als auf dem Lande. Endlich fand er auch die Luft auf Bergen etwas reicher an Kohlensäure, als in den tiefern Regionen der Atmosphäre, der Unterschied war indessen gering.

Diese Versuche sind von Verver nach der Brunner'schen Methode wiederholt und die Resultate von de Saussure bestätigt.

Es wird hier am rechten Orte sein, über den Ammoniakgehalt der Atmosphäre zu reden, welchem Liebig (Agriculturchemie, fünfte Aufl. pag. 50) für das Wachsthum der Pflanzen so große Bedeutung zuerkennt. Nicht selten findet

sich im Regenwasser Ammoniak, aber dessen Menge ist so gering, daß Liebig selbst in vielen hundert Pfunden Wasser nur Spuren hat nachweisen können. Ich habe an einem andern Orte (Scheik. onderz. D. II. p. 78) gezeigt, daß die Pflanzen daher unmöglich ihren Stickstoff nehmen können; daß der Ammoniakgehalt der Luft von äußerst geringer Bedeutung ist, und daß er in der That in Bezug auf die organische Natur keinen höhern Rang einnimmt, als die unzähligen andern kleinen Beimengungen der Luft. In wiefern er dennoch einige Bedeutung haben kann, darauf werde ich in dem Abschnitt über die Ackererde zurückkommen. Hier genügt es, zu bemerken, daß die Atmosphäre nur eine bis jetzt ganz unwägbare Menge Ammoniak enthält, und daß dieselbe für die organische Natur nur von geringer Wichtigkeit ist.

Der Wassergehalt der Atmosphäre differirt zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten sehr bedeutend, und ist außerdem abhängig von der Temperatur der Luft und des an der Erdoberfläche verdunstenden Wassers. Diese Differenz muß wohl bedeutend sein, denn die Luft kommt bald mit großen Wassermassen, welche unaufhörlich verdunsten, bald dem dürren trocknen Erdboden in Berührung, und durch stets nach aufwärts gerichtete Luftströmungen werden aus den Wasserdünsten Wolken gebildet, welche sich für verschiedene Breiten der Erde bis zu einer Höhe von 500 bis 1200 Meter erheben. Durch des Aufsteigen derselben wird den niederen Theilen der Atmosphäre der Wasserdampf entzogen; von der Quelle jener Dünste, von der Temperatur der verdampfenden Flüssigkeit und der Luft, von den Luftströmungen und vielen andern Bedingungen ist also die Menge des Wasserdampfs abhängig. Absolut trocken ist die Luft niemals, eben so wenig als vollkommen kohlensäurefrei. Manche Körper halten die Feuchtigkeit hartnäckig zurück, andere absorbiren davon mehr und mehr und zerfließen, noch

andere werden dadurch chemisch verändert. Die Erscheinung des Rostens mancher Metalle ist zum Beispiel bedingt durch das Zusammenwirken der Feuchtigkeit, der Kohlensäure und des Sauerstoffs. Kurz: der Wassergehalt der Atmosphäre ist von großer Bedeutung für die richtige Erkenntniß aller ihrer Eigenthümlichkeiten.

Die Menge des Wasserdampfes für Holland ist von Verver bestimmt. Er erhielt auf 1000 Th. Luft als Minimum 5,8, als Maximum 10,18 Th. Wassergas; das Minimum den 24. August, Morgens 10 Uhr, das Maximum den 4. Mai um 11½ Uhr; als Mittel aus 50 Beobachtungen vom Mai, August und September 8,47; von Morgens früh bis 10 Uhr 7,97, von 10 Uhr bis 2 Uhr Nachmittags 8,58 und von 2 Uhr bis Abend 8,85. (Bulletin 1840 p. 191.)

Durch Bouſſingault, Verver und Andere ist endlich die Gegenwart noch anderer Wasserstoff- und Kohlenstoffhaltiger Stoffe in der Luft nachgewiesen.

Bouſſingault und Verver haben nämlich trockne, kohlensäurefreie Luft über glühendes Kupfer getrieben und dabei eine kleine Quantität Wasser und Kohlensäure erhalten.

In welcher Form der Wasserstoff und Kohlenstoff in der Luft enthalten sind, läßt sich nicht bestimmen, möglicher Weise als freies Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd: vielleicht aber auch als flüchtige organische Verbindungen. Versuche haben darüber nichts entscheiden können. So viel ist indessen erwiesen, daß ehe, die Bestandtheile organischer Stoffe wieder assimilirt werden, sie eine Menge Zustände durchlaufen, bald feste oder flüssige Körper bilden, bald gasförmig sich in der Atmosphäre vertheilen, daß also bei jeder Art der Verwesung flüchtige Produkte von der Atmosphäre aufgenommen werden, welche die vier organischen Grundstoffe in verschiedenen Verhältnissen verbunden enthal-

ten. Ferner werden bei manchen Krankheiten, z. B. bei Hautausschlägen u. s. w. flüchtige Stoffe von dem kranken Körper ausgestoßen und in die Atmosphäre verbreitet *). Auch werden von vielen Körpern, welche bei gewöhnlicher und auch in erhöhter Temperatur fest sind und meist für nicht flüchtig gehalten werden, immer kleine Dampftheile abgestoßen und von der atmosphärischen Luft aufgenommen, z. B. von Kali, Natron und selbst Eisen, welches in den Hohöfen sublimirt; und es kommen demnach nicht bloß Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffverbindungen in der Atmosphäre vor, sondern außerdem noch eine Menge andere, deren Untersuchung in der That sehr wichtig wäre, welche wir aber gegenwärtig übergehen wollen.

Als allgemeines Resultat dieser kurzen Aufzählung der Bestandtheile der Luft mag festgestellt werden, daß außer einer großen Menge zufälliger Beimengungen, welche durch den Regen wieder der Erde zugeführt werden, die Hauptbestandtheile der Atmosphäre sind: ein scheinbar constantes Gemenge von 21 Volumtheilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff, eine veränderliche Menge Wasserdampf und ein Kohlensäurequantum, welches ohngefähr ½ Tausendstel vom Ganzen beträgt.

Es giebt zwei Haupturſachen, welche unaufhörlich thätig sind, den Sauerstoffgehalt der Luft zu vermindern: der Athmungsproceß der Thiere und die Verbrennung. Dadurch werden ansehnliche Massen Sauerstoff consumirt und in Kohlensäure verwandelt. In wiefern jene Processe auf die Zusammensetzung der Luft von Einfluß sind, soll weiter unten erläutert werden; hier bemerken wir nur, daß jenen beiden störenden Ursachen eine andere gegenübersteht, wodurch das

*) Man sehe hierüber die Abhandlung von J. van Geuns, Natuur-en Geneesk. beschouwingen van moerassen en moerasziekten Amsterdam 1839. Man sehe ferner Verh. over de wateren en lucht van Amsterdam bl. 163.

gestörte Gleichgewicht immer wieder hergestellt wird: nämlich die Zersetzung der Kohlensäure durch die Pflanzen, die Ausscheidung des Sauerstoffs durch ihre Blätter. Diese Funktion der Blätter ist von größter Wichtigkeit. Während die Thiere bei der Respiration den Sauerstoff fortwährend in Kohlensäure verwandeln, zerlegen die Pflanzen umgekehrt die Kohlensäure in Sauerstoffgas, indem sie die aufgenommenen Nahrungsstoffe, unter deren Zahl der Kohlensäure der erste Platz gebührt, metamorphosiren, sauerstoffarme oder sauerstofffreie Stoffe zurückhalten und freien Sauerstoff durch die Blätter und andere Organe ausgeben. In Bezug auf die Atmosphäre stehen also Pflanzen und Thiere einander geradezu gegenüber; von jenen Funktionen wird später insbesondere die Rede sein.

An jene allgemeine Thätigkeit der grünen Pflanzentheile reiht sich noch eine zweite nicht minder wichtige Thatsache, wenn auch nicht von ganz so großer Bedeutung. Vor einiger Zeit *) hat nämlich Morren die interessante Beobachtung gemacht, daß nicht nur die Pflanzen, sondern auch manche der niedern, unvollkommen organisirten Thierklassen unter dem Einfluß des Sonnenlichtes Sauerstoff entwickeln.

Eine Menge Beobachtungen und Analysen der Gase verschiedener Wasserarten, des Brunnenwassers, des stehenden und Sumpfwassers, überzeugten ihn, daß besonders das letztere, worin er eine grünliche, fein vertheilte Masse fand, viel Sauerstoff entwickele, so daß nach seiner Berechnung aus einer Wassermasse von 8000 Cubikfuß, unter günstigen Umständen, an einem Tage 128 Cubikfuß Sauerstoff an die Atmosphäre abgegeben werden. Jene Sauerstoffentwickelung ist von dem Son-

*) Annales de Chim. et de Phys. Avril 1841, und Bibl. Universelle, Novembre 1841, p. 386.

nenschein abhängig und erreicht an einem hellen Sommertage zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags ihr Maximum. Durch ein schwarzes Tuch wurde sie, während sie gerade am stärksten war, bedeutend vermindert.

Die größte Menge Sauerstoff, welche 100 Theile jener Wasserluft enthielten, fand er zu 61, die geringste Menge zu 16 bis 17. — Die grüne Substanz, der die Sauerstoffentwickelung zugeschrieben werden muß, bestand nach seinen mikroskopischen Beobachtungen zum größten Theile aus Enchelis monadina virescens von Bory de St. Vincent, nur hin und wieder gemengt mit Enchelis pulvisculus viridis von Müller, aus kleinen Monaden, also Thierchen, welche die Funktionen der Pflanzen erfüllen.

Die geringere Sauerstoffmenge des Nachts und die größere bei Tage, welche stets von der Menge der grünen Thierchen abhängig war, führte Morren zu dem Schluß, daß jene die Kohlensäure des Wassers zersetzen und den Kohlenstoff gleich den Pflanzen assimiliren, weshalb ihre chemische Zusammensetzung der der Pflanzen nahekommen muß.

Mit andern nicht grünen, sondern rothen mikroskopischen Thierchen bekam Morren dasselbe Resultat, obgleich der Sauerstoffgehalt dieser Luft im Maximum nur 47% betrug. Jene Thierchen waren die Trachelomonas volvocina von Ehrenberg, von schön purpurrother Farbe. Die grüne Farbe der ersteren steht also in keinem nothwendigen Zusammenhange mit der entwickelten Sauerstoffmenge. Der Unterschied muß wohl nur zufälligen Ursachen zugeschrieben werden.

Dieselbe Beobachtung hat Wöhler gemacht. In den Soolen der Kurhessischen Saline zu Rodenberg bildet sich bei Sommerwärme eine grüne schleimartige Materie, welche eine Menge großer Luftblasen umschließt. Diese Luft enthält 51 % Sauerstoff und 49 % Stickstoff. Die grüne schleimartige Materie bestand fast ganz aus Navicula- und Gallio-

nella-Arten, mit Confervenfäden durchwebt, und also größtentheils aus Infusorien *).

Damit ist also eine neue Quelle der Reinigung der Atmosphäre entdeckt. Nicht allein die Pflanzen, sondern auch die zahllosen Infusionsthierchen, welche sich in stehenden Wassern finden, haben das Vermögen, den Sauerstoff der Kohlensäure in Freiheit zu setzen.

Es ist beinahe erwiesen, daß die Atmosphäre seit der letzten Erdrevolution und seit der Ausbreitung des Menschengeschlechts auf der Erde immer dieselben Bestandtheile enthalten hat. Die Zeit, seitdem man eudiometrische Versuche, d. h. Bestimmungen des Sauerstoff- und Stickstoffgehalts der Luft anstellte, ist viel zu kurz, um mit ihnen jene Behauptung unterstützen zu können; aber es giebt andere Gründe, welche sehr dafür sprechen, daß das jetzt bestehende Verhältniß zwischen dem Sauerstoff und Stickstoff so alt ist, als die letzte Reform der Erdoberfläche, oder daß es wenigstens seitdem keine bedeutende Veränderung erlitten hat, wenn gleich es wahrscheinlich ist, daß vor jener Zeit die Atmosphäre von der jetzigen ganz verschieden war.

Es ist ausgemacht, daß die Pflanzen die durch die Thiere und den Verbrennungsproceß erzeugte Kohlensäure zersetzen; und zwar so viel, als ihnen dargeboten wird. Mehr können sie nicht zersetzen. Von dem Kohlensäuregehalt der Luft hängt also die Vegetation, die Anzahl der Pflanzen ab, und umgekehrt von der Zahl der Pflanzen die Sauerstoffmenge, welche durch die Zersetzung der Kohlensäure entbunden wird, und also das Leben der Thiere.

Es giebt Pflanzen, welche, ohne aus dem Boden andere Nahrungsstoffe aufzunehmen, als einige unorganische Salze, bloß auf Kosten der Atmosphäre leben. Dahin gehören unter andern die Flechten (Lichenes) und Moose (Musci), welche die

*) Annalen der Chemie und Pharmacie 1842 und 1843.

nackten Felsen bedecken, wo nie eine Menschenhand hinreichte, noch die Natur etwas niederlegte. Dahin gehören ferner viele phanerogamische Gewächse, die sogenannten Fettpflanzen (plantes grasses), sehr viele Cakteen, Euphorbia's, Sempervivum u. s. w. und manche falsche parasitische Gewächse, welche mit ihren Wurzeln an Baumstämmen und Aesten haftend, denselben keine Nahrungsstoffe entziehen *) (Miquel).

Wie die Keime der Flechten und Moose zuerst entstanden oder wie sie ursprünglich an die jetzige Stelle gekommen sind, läßt sich nicht entscheiden; genug, sie sind da und gedeihen auf Kosten der atmosphärischen Luft.

Eine Vegetation ähnlicher Art muß nothwendig der gegenwärtigen voraufgegangen sein. Denn ursprünglich war ein fruchtbarer Boden nicht vorhanden, sondern dessen Bestandtheile nebst denen der Thiere und Pflanzen Bestandtheile der Luft.

Die ersten Gewächse, welche sich auf der Erde entwickelten, und welche gegenwärtig lebend nicht mehr existiren, aber aus ihren Ueberresten von den Geologen genau bestimmt sind, konnten keinen Humus vorfinden und müssen daher ihre organischen Bestandtheile der Atmosphäre allein entzogen haben. Man findet unter ihnen riesenhafte Gebilde, welche mit der jetzigen Vegetation im Bau so sehr übereinstimmen, daß man mit Sicherheit annehmen darf, die Funktion der Ernährung sei keinen andern Gesetzen unterworfen gewesen, als denen, welche noch heutiges Tages gelten. Auf nackten Felsen müssen damals (in der Vorwelt) riesenhafte Equisetaceen, Lycopodiaceen, baumartige Farnkräuter und Tannen gewachsen sein **).

Die Pflanzen, welche auf Kosten der Luft leben, bedür-

*) Bulletin 1838 pag. 86, Pl. I. Fig. B.

**) Bronn, Lethaea geognostica. Bd. I. Brogniart, Prodrome d'une Histoire des végétaux fossiles. Paris 1828.

sen der Kohlensäure, des Wassers und Stickstoffs, welcher letztere sich unter Wasserzersetzung in Ammoniak verwandelt (siehe Ackererde). So empfangen sie Kohlensäure, Wasser und Ammoniak und finden darin alle ihre Nahrung; mehr kann die Atmosphäre nicht geben, und da sie von nichts Anderem leben, so müssen sie die Fähigkeit besitzen, alle ihre Bestandtheile von diesen Stoffen zu entlehnen.

Denken wir uns solche Pflanzen, wie jetzt auf kahlen Felsen wachsen, auf einem steinigen Boden in einem geschlossenen Raume, mit einer Atmosphäre von Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff umgeben: sie werden die Kohlensäure zersetzen und Sauerstoff ausgeben und aus dem Ammoniak, dem Kohlenstoff und einem Theil zurückgehaltener Kohlensäure und Wasser verschiedene vegetabilische Stoffe bilden, welche in den steinigen Boden übergehen. Je nachdem die Zersetzung der Kohlensäure und die Condensation des Stickstoffs weiter fortschreitet, wachsen die Pflanzen mehr und mehr, führen dem Boden immer größere Quantitäten von den vier organischen Elementen zu und machen in demselben Maaße die umgebende Atmosphäre sauerstoffreicher.

Wenn die Pflanzen in dem geschlossenen Raume sterben, nachdem sie Früchte getragen haben, verwesen sie und hinterlassen organische, humusartige Substanzen. Diese fahren fort zersetzt zu werden, sie geben Kohlensäure, welche sich in dem Raume verbreitet, und Ammoniak, welches mit den humusartigen Stoffen des Bodens in inniger Verbindung bleibt. Der Saamen der abgestorbenen Pflanzen keimt in den in Zersetzung begriffenen Stoffen und wächst zu kleinen Pflanzen heran; durch diese wird abermals die umgebende Kohlensäure und das aus Stickstoff und Wasserdampf neu gebildete Ammoniak zersetzt, sie wachsen, geben Sauerstoff aus und erzeugen neue organische Produkte. Auch diese Pflanzen verwesen, und so geht dieser Wechsel unaufhörlich fort. Mehr Pflanzen, als Nahrungsstoffe für sie da sind,

können nicht bestehen; größer, üppiger können sie nicht werden, sobald es an denselben fehlt.

Der in dem abgeschlossenen Raume ursprünglich nebst Kohlensäure und Wasserdampf enthaltene Stickstoff wird also bei der ersten Kohlensäure-Zersetzung durch die Pflanzen mit Sauerstoff gemengt, und dies geht so lange fort, als überhaupt noch Kohlensäure zersetzt wird. Dann erreicht der Sauerstoffgehalt ein Maximum. Bei der Verwesung der abgestorbenen Pflanzen verbindet sich deren Kohlenstoff wieder mit Sauerstoff, und die Quantität des letzteren nimmt ab bis zu einem Minimum, welches mit der Beendigung der Verwesung und mit dem Beginn einer neuen Pflanzenentwickelung aus dem keimenden Saamen eintritt. Die größte Menge Sauerstoff und das kleinste Quantum Kohlensäure und Stickstoff muß dann in jenem Raume enthalten sein, wenn die Pflanzen auf der höchsten Stufe ihrer Entwickelung stehen, umgekehrt das Minimum des Sauerstoffs und das Maximum der Kohlensäure und des Stickstoffs, wenn die Verwesung der Pflanzen am weitesten vorgeschritten ist.

Denken wir uns in dem geschlossenen Raume den steinigen Boden bereits mit einer Schicht humusartiger ammoniakhaltiger Stoffe bedeckt, und Sauerstoffgas bereits mit Stickstoff, Wasserdampf und Kohlensäure gemengt, so werden auch andere Pflanzen darin gedeihen und zur Condensation des Kohlenstoffs, Stickstoffs und Wasserstoffs aus den umgebenden Gasen und zur Sauerstoffentwickelung mitwirken. Denken wir uns in diesem Zeitpunkte Thiere in jenen Raum versetzt, so werden diese in Folge der Respiration den Sauerstoff zu sich nehmen und dafür ohngefähr ein gleiches Quantum Kohlensäure ausgeben. Die so vermehrte Kohlensäure-Menge wird von den Pflanzen aufs Neue zersetzt, sie wachsen um so kräftiger und entwickeln dafür eine entsprechende Quantität Sauerstoff. Fressen jene Thiere von den Pflanzen, so wird zunächst ein Theil der letzteren der Fähigkeit

beraubt, Kohlensäure zu zersetzen; aber alsbald geben die Thiere Excremente von sich, welche verwesen, Kohlensäure und Ammoniak entwickeln und den übrigen Pflanzen auf's Neue zur Nahrung dienen.

Wenn wir endlich in dem geschlossenen Raume, wo bereits Sauerstoff vorhanden ist, ein Feuer anzünden, so werden die verbrennenden organischen Stoffe, insofern sie Kohlenstoff enthalten, in Kohlensäure verwandelt, und also auch dadurch den Pflanzen Nahrungsstoffe bereitet.

Was wir so eben von einem geschlossenen Raume uns vorgestellt haben, wird auch auf die ganze Atmosphäre Anwendung finden. Ob bei der ersten Ordnung der Dinge auf unserer Erde die Atmosphäre Sauerstoff enthalten habe oder nicht, läßt sich schwer entscheiden. Bestand sie aus Kohlensäure, Stickstoff und Wasserdampf, so mußte beim ersten Auftreten jener eigenthümlichen Vegetation, wovon uns so viele Ueberreste geblieben sind, Kohlensäure und aus Stickstoff und Wasserdampf erzeugtes Ammoniak von den Pflanzen absorbirt und Sauerstoff an die Atmosphäre abgegeben werden. Mit zunehmender Vegetation mußte immer mehr Kohlensäure und Stickstoff aus der Atmosphäre verschwinden, und beide sich einem Minimum, der Sauerstoff einem Maximum nähern, je mehr Bestandtheile der früheren Atmosphäre als feste Stoffe den felsigen Erdboden bedeckten.

Auch ohne die Thiere oder die Verbrennung können die Pflanzen bestehen; durch ihre Verwesung wird wieder Kohlensäure und Ammoniak für die nachfolgenden Generationen geliefert. Die Thiere, die Infusionsthierchen ausgenommen, müssen nach den Pflanzen erschaffen sein, denn ohne Pflanzen kann kein Thier der Erde existiren. Auch die schwarze Erdrinde muß nach den Pflanzen entstanden sein, denn sie wird allein durch Pflanzen und Thiere hervorgebracht. Die Thier- und Pflanzenstoffe und die Bestandtheile der schwarzen Erdschicht waren also früher sämmtlich Bestandtheile der Luft.

Die Thiere bedürfen der Pflanzen zur Nahrung. Mit dem ersten Auftreten derselben hat sich also die Menge der Kohlensäure der Luft und des Ammoniaks der schwarzen Erdschicht in Folge ihrer Respiration und Verwesung vermehrt und in gleichem Maaße der Nahrungsstoff für die Pflanzen. Demnach mußte mit der Ausbreitung des Thiergeschlechts auf der Erde die Vegetation gefördert werden, und noch heutiges Tages wird mit der immer zunehmenden Vermehrung des Menschengeschlechts die Vegetation kräftiger und üppiger gedeihen.

Eine bedeutende Veränderung muß die Atmosphäre seit der letzten geologischen Epoche durch die Bildung der schwarzen Erdschicht erlitten haben. Die ersten Pflanzen gaben bei ihrer Verwesung nicht alles an die Atmosphäre zurück, was sie von ihr empfingen, sondern hinterließen dem Boden eine schwarze feste Masse. Je nachdem diese Schicht anwuchs (wir sehen dies noch jetzt auf unsern Heiden), um so ärmer wurde natürlich die Atmosphäre an Kohlensäure und Stickstoff.

Eine neue Vegetation gedeihet deshalb auf dürren Strecken so schwierig und langsam, weil die Quantität der Kohlensäure durch die große Zahl der Pflanzen bereits zu einem Minimum reducirt ist. Jede neue Vegetation führt dem Boden Kohlenstoff zu, welcher, wenn er allein aus der Atmosphäre genommen war, nicht leicht dahin zurückkehrt, sondern hauptsächlich nur zur Ernährung derjenigen Pflanzen dient, welche wieder auf jener Humusschicht wachsen.

Mit der Entstehung und Ausbreitung des Menschengeschlechts ist noch eine andere Quelle der Kohlensäure-Bildung eröffnet, wodurch Stellen, welche bis dahin noch keine Pflanzen hervorbrachten, damit bedeckt wurden, und wodurch die Pflanzen überhaupt neue Nahrungsstoffe erhielten, nämlich das Feuer, welches zur Bereitung der Speisen, zur Erwärmung u. s. w. überall unterhalten wird. Die Steinkohlen z. B., welche bisher nutzlos unter der Erdoberfläche vergraben lagen, lie-

fern gegenwärtig bei ihrer Verbrennung den Pflanzen stets neue Quantitäten der Kohlensäure. So viel Steinkohlen verbrennen, so viel neue Pflanzenprodukte, wie Cellulose und andere indifferente, stickstofffreie Stoffe können erzeugt werden.

Aus dem Einen wie dem Andern folgt, daß, da die schwarze Erdschicht ein Verwesungsprodukt der Pflanzen und Thiere ist, sie nicht vor diesen existirt haben kann, daß die Pflanzen damals keine andere Nahrungsquelle als die Atmosphäre gehabt haben; daß die Nahrungsstoffe nothwendig Kohlensäure und Ammoniak gewesen sein müssen, daß mit der Zunahme der Pflanzen und der dunklen Erdschicht die Atmosphäre in der Art verändert werden mußte, daß der Gehalt an Kohlensäure und Stickstoff abnahm und Sauerstoff an deren Stelle eintrat; daß seit jener Zeit die Menge des Sauerstoffs wirklich zugenommen hat, und daß endlich mit der Humusbildung der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre sich stets verringerte, und die Zunahme und Ausbreitung der Vegetation über die noch nicht bebauten Theile der Erde sehr gehemmt werden mußte; daß damals die Vegetation nicht nur auf der höchsten Stufe der Vollkommenheit stand, sondern daß sie ohne gewisse andere Ursachen, welche der Atmosphäre stets wieder Kohlensäure zuführten, nicht so kräftig würde erhalten sein können; daß durch die Thiere, welche später als die Pflanzen auftraten, der Austausch der Bestandtheile der Luft bedeutend vergrößert, und ein großer Theil der Kohlensäure und des Stickstoffs der Erdrinde entzogen und in einen Zustand der Bewegung übergegangen ist; daß die Thiere, indem sie den Pflanzen in der erzeugten Kohlensäure und Ammoniak neue Nahrungsstoffe darboten, die Vegetation von Neuem hoben und endlich, daß die Vermehrung der Menschen durch den Athmungsproceß, durch die Verwesung ihrer Körper und vor Allem durch die künstlichen Verbrennungen viel dazu beigetragen haben.

Hat nun die Atmosphäre seit der Entstehung des Men-

schengeschlechts dieselbe Zusammensetzung behalten, welche sie vor jener Zeit besaß, und wird sie immer dieselben Bestandtheile behalten, wenn die Zahl der Menschen stets zu- und die Masse der Wälder abnimmt?

Es unterliegt keinem Zweifel, daß durch die große Menge Menschen, welche athmen und deren Körper verwesen, sowie durch die künstlichen Verbrennungsprocesse der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre immer größer, der des Sauerstoffs immer geringer geworden ist; anderseits sind seit der Vermehrung der Menschen sehr viele Thiere von der Erde vertilgt. Indessen haben ohne Zweifel die von den Menschen angezündeten Feuer die Menge der Kohlensäure vermehrt, die des Sauerstoffs vermindert. Aber ob diese Abnahme immer merklich gewesen ist, hätten zum Beispiel auch die ersten Menschen bereits eudiometrische Versuche angestellt, läßt sich schwerlich mit Sicherheit entscheiden; wahrscheinlich würde übrigens die Differenz dahin ausgefallen sein, daß damals in einem gegebenen Luftvolumen etwas mehr Sauerstoff und weniger Kohlensäure sich gefunden hätte als gegenwärtig, vorausgesetzt, daß die Untersuchungsmethoden die gehörige Schärfe und Genauigkeit besessen hätten.

Es ist eben so gewiß, daß die Atmosphäre endlich durch die Menschen verpestet werden muß, oder daß eine allgemeine Hungersnoth entsteht. Bei der fortwährenden Zunahme der Menschenmenge wird die Zahl der Wälder immer geringer. Die Menschen vertreiben und vernichten Thiere und Pflanzen, welche frei und unangetastet lebten. Die großen Wälder sind es hauptsächlich, welche die durch Verbrennung und Respiration erzeugten Kohlensäuremassen wieder zersetzen. Es muß zwischen der Pflanzen- und Thierwelt ein bestimmtes Verhältniß bestehen; jene müssen produciren, was diese consumiren, zersetzen, was Menschen und Thiere der Atmosphäre überliefern. Wird jenes Gleichgewicht gestört, nehmen z. B. die Menschen überhand und vermindert sich die

Vegetation, so wird endlich keine hinreichende Menge Kohlensäure mehr zersetzt, und es wird sich das jetzige constante Verhältniß zwischen dem Sauerstoff und Stickstoff ändern.

Freilich ist noch ein großer Theil der Erde unbewohnt; aber versetzen wir uns in die Zeit, wo die Wälder ausgerottet sein werden und der Erdboden nur mit Feldfrüchten und andern zur Nahrung dienenden Gewächsen, welche sich wenig über den Boden erheben, bedeckt ist, so stehen wir auf der Grenze für die unveränderliche Zusammensetzung der Luft und zugleich für das Leben des Menschengeschlechts auf unserem Planeten. Die Vernichtung des Menschengeschlechts fällt indeß in Perioden, welche noch sehr fern liegen, welche aber, wenn nicht andere Ursachen entgegenwirken, sicher einmal eintreten.

Wann wird dieser Zeitpunkt kommen? Dies ist eine Frage, welche sich annäherungsweise mit einiger Bestimmtheit beantworten läßt. Nach Versuchen von Lavoisier und Davy verbraucht ein Mensch in 24 Stunden 26,04 Par. Cubikfuß Sauerstoff, in einem Jahre also 9505 Cubikfuß. Nehmen wir die Anzahl der Menschen auf der Erde zu 1000 Millionen an, so werden diese in einem Jahre 9,505,000,000,000 Cubikfuß Sauerstoff, d. i. ohngefähr $^8/_{10}$ einer Cubikmeile consumiren. Die ganze Menge Sauerstoff, welche den Erdball umgiebt, beträgt aber 1,954,570 Cubikmeilen *). In einem Jahre wird hiervon etwa $^8/_{10}$ einer Cubikmeile durch die Menschen verbraucht, so daß, wenn stets 1000 Millionen Menschen auf der Erde bleiben, 2,451,000 Jahre erforderlich sind, um der Luft allen Sauerstoff zu entziehen. Hörten also die Pflanzen von diesem Augenblick an auf, Kohlensäure zu zersetzen, so würde nach $2^1/_2$ Millionen Jahren alles Sauerstoffgas verschwunden sein.

*) Bei dieser Berechnung von Poggendorf ist die Höhe der Atmosphäre zu 1 Meile (22,843 Fuß), der Erdhalbmesser zu 860 Meilen angenommen, und daraus das Luftvolumen (21 Sauerstoff und 79 Stickstoff) zu 9,307,500 Cubikmeilen berechnet.

Hierdurch wird also einmal das Menschengeschlecht sicher von der Erde vertilgt werden, wenn dies nicht schon früher durch andere Ursachen geschieht.

Woher kommt nun diese auffallende Gleichförmigkeit in der Zusammensetzung der Luft, wo und wann sie auch untersucht ist? Vorerst verdient beachtet zu werden, daß die eudiometrischen Versuche nicht zu den allerschärfsten und genauesten gehören, so daß geringe Differenzen sich der Beobachtung immer entziehen können. Sicher ist es nur die Schuld der Methode, daß man nach Abzug der Kohlensäure den Sauerstoffgehalt der Luft in einem geschlossenen Raume, worin viele Menschen athmen, z. B. in dem Parterre eines Schauspielhauses zu Paris nicht geringer gefunden hat (Gay-Lussac und von Humboldt) als in der freien Natur; denn woher anders rührt die in einem solchen Raume mehr gefundene Kohlensäure, als von dem verbrauchten Sauerstoff, welcher durch Thüren u. s. w. nicht augenblicklich erneuert werden kann? Man sollte meinen, durch dieselbe Ursache (den Zug) müßte auch die Kohlensäure größtentheils entfernt werden, wiewohl sie eine schwerere Luftart ist, und gleichwohl findet man in jener Luft viel Kohlensäure, aber keinen Unterschied im Sauerstoffgehalt.

Diese kleineren Beobachtungsfehler ausgenommen, zeigt die Atmosphäre jetzt überall eine constante Zusammensetzung.

Der Regen führt eine Menge fremdartiger Beimengungen dem Erdboden zu, in den sie eindringen, um entweder von den Pflanzen zersetzt zu werden, oder sich mit den Bestandtheilen des Bodens zu chemischen Verbindungen zu vereinigen. Dies gilt z. B. von einem der Produkte der Fäulniß, dem Schwefelwasserstoffgas, und manchen andern Stoffen, welche sich mit den Metallen der Salzbasen, die in der Erde vorkommen, verbinden und dann durch den überall thätigen Sauerstoff allmälig oxydirt werden. Eben so wird auch die Kohlensäure und die Spur des in der Luft enthal-

tenen Ammoniaks durch den Regen den Wurzeln der Pflanzen zugeführt. Gleich dem Schwefelwasserstoff oxydiren sich nach längerem Liegen in der Erde auch manche Verwesungsprodukte der Thierkörper, welche den Pflanzen schädlich sind. Ball hat z. B. einen Kopf von Delphinus phocena in einem Gewächshause verwesen lassen und fand, daß viele Farn, aber auch andere Pflanzen nach einiger Zeit kränkelten, verwelkten und sich entfärbten, wie Osmunda regalis, Adianthum Capillus Veneris, manche Arten von Aspidium, auch Rubus Corylifolius, Oxalis acetosella u. s. w.

Eine andere sehr thätige Ursache der constanten Zusammensetzung der Luft liegt in dem Luftocean selbst, nämlich in der stetigen Bewegung desselben; unter den Wendekreisen steigen die unteren heißen Luftschichten in die Höhe, werden nord- und südwärts den Polen zugetrieben und verbreiten sich von da aus wieder über die ganze Erde, um die Kohlensäure den Pflanzen zur Zersetzung, den durch dieselben hergestellten Sauerstoff den Menschen und Thieren zuzuführen. Schon durch diese eine, durch die Temperatur vermittelte, Luftströmung, wozu noch viele andere hinzukommen, wird die innige constante Mengung erhalten und wechselsweise den Pflanzen und Thieren gegeben, was sie nicht entbehren können.

Es verdient eine besondere Beachtung, daß die beiden Bestandtheile der Luft, der Sauerstoff und Stickstoff, nicht chemisch verbunden, sondern mechanisch gemengt sind. Wären sie mehr als ein bloßes Gemenge, so würde die Respiration der Thiere unmöglich sein, und durch die Abscheidung des Sauerstoffs von den Pflanzen die Atmosphäre nicht hergestellt werden können. Der Athmungsproceß besteht in der Absorption des Sauerstoffs durch das Blut, in der Oxydation der Bestandtheile desselben, und in der Ausscheidung von Kohlensäure. Diese Funktion wäre unmöglich, der thierische Organismus müßte ganz anders eingerichtet sein, wenn Sauerstoff und Stickstoff chemisch verbunden wären; es müßte auch bei

der Respiration nicht bloß der Sauerstoff, sondern auch der Stickstoff im statu nascenti Verbindungen im Thierkörper eingehen, während er doch von aller chemischen Wirksamkeit fast ganz ausgeschlossen bleibt.

Ferner könnten die Pflanzen, welche den durch die Menschen und Thiere verbrauchten Sauerstoff reproduciren, unmöglich eine chemische Verbindung des Stickstoffs und Sauerstoffs erzeugen; da wo diese Vereinigung vor sich ginge, würde die nöthige Stickstoffmenge fehlen, oder es würde eine andere Verbindung der Gase, eine höhere Oxydationsstufe zu Stande kommen; kurz, die organische Natur müßte in jenem Falle ganz anders eingerichtet sein.

Daß das Verhältniß zwischen dem Sauerstoff und Stickstoff kein anderes ist, als das jetzt bestehende, hängt einerseits davon ab, daß gegenwärtig keine Stoffe auf der Erde sind, welche mehr von denselben abgeben oder aufnehmen, anderseits von der zur Bildung der Atmosphäre einmal bestimmten Menge; es ist aber durch keine chemische Regel, noch durch ein allgemeines Naturgesetz bestimmt. Aber so wie die einmal öde und felsige, von allem Leben entblößte Erde mit einer eigenthümlichen Vegetation bedeckt gewesen ist, deren Ueberreste (die Steinkohlen z. B.) Staunen erregen, einer Vegetation, welche nur bei der damaligen Beschaffenheit der Atmosphäre bestehen konnte, — so muß auch der größte Theil der heutigen Vegetation bei verändertem Zustande der Atmosphäre untergehen; und in diesem Sinne ist alles Leben auf unserm Erdball abhängig von den 21 Volumprocenten des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre. Aendert sich dies Verhältniß, so wird alles, was jetzt lebt, untergehen und eine neue Pflanzen- und Thierwelt und wahrscheinlich auch eine andere Art vernünftiger Wesen entstehen.

Wie viele solcher Veränderungen unter den organisirten Wesen auf unserer Eede bereits stattgefunden haben, ist unbekannt; daß aber in der That mehrere derselben nach ein-

ander erfolgt ſind, iſt außer Zweifel geſtellt. Ehrenberg bereichert die Wiſſenſchaft mit der Entdeckung kleiner Geſchöpfe, welche zur Bildung der Erdoberfläche ſehr viel beigetragen haben, und deren Einfluß auf die Condenſation der Beſtandtheile der früheren Atmoſphäre von nicht geringerer Bedeutung geweſen ſein muß, als die rieſenhaften Farnkräuter und andere Pflanzen der Vorwelt, deren Ueberreſte jetzt mit Erdſchichten bedeckt ſind, aber deren organiſche Beſtandtheile früher einmal der Atmoſphäre angehört haben.

IV. Das Waſſer im Verhältniß zur organiſirten Natur.

Während ein Gemenge zweier Gaſe, welche in beſtändigem Wechſel begriffen ſind, den Hauptbeſtandtheil der jetzigen Atmoſphäre ausmacht, kennen wir in dem Waſſer eine chemiſche Vereinigung von 2 Vol. Waſſerſtoff und 1 Vol. Sauerſtoff, welche in der organiſirten Natur eine wichtige Rolle ſpielt, und deren Menge die der atmoſphäriſchen Luft bei weitem übertrifft. Dieſer Unterſchied zweier Körper, welche beide für das Leben gleich unentbehrlich ſind, iſt von Bedeutung; der eigenthümliche Charakter der organiſchen Natur beruht hauptſächlich darauf, daß die Elemente des Waſſers chemiſch gebunden, die Beſtandtheile der Atmoſphäre nur innig gemengt ſind.

Dieſer letztere Umſtand iſt Urſache, daß bei der Zerſetzung der Kohlenſäure durch die Pflanzen keine andere Erſcheinung Statt hat, als bloße Sauerſtoffentwickelung. Anderſeits bedingt die chemiſche Verbindung von Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu Waſſer manche eigenthümlichen Verhältniſſe des organiſchen Reichs.

Es ist bekannt, daß wenn chemisch verbundene Körper getrennt werden, dadurch auch in andern Stoffen, welche in den Wirkungskreis der Zersetzung gerathen, chemische Thätigkeit geweckt wird. Die Wasserzersetzung, eine der verbreitetsten Erscheinungen in der organischen Natur, wirkt auf die Stoffe zurück, welche jene veranlaßten, und hat chemische Umsetzung der Körper zur Folge, welche damit in Berührung kommen. Die chemische Thätigkeit geht hier von zwei Grundstoffen aus, welche beide Hauptbestandtheile der organischen Körper sind.

Sehr wichtig ist das Wasser für die organisirten Gebilde, in so fern sie dadurch befeuchtet werden. Ein jedes bedarf desselben zur Erhaltung des Lebens. Oft spielt das Wasser eine chemische Rolle und bildet Hydrate der organischen Verbindungen; noch öfter wirkt es bloß als Flüssigkeit, indem es befeuchtet, auflöst und feste Stoffe suspendirt. Leben ohne Wasser, oder eine Flüssigkeit, welche dessen Stelle einnehmen kann, ist undenkbar; und solch eine Flüssigkeit mußte die Elemente in inniger chemischer Verbindung enthalten.

Das Wasser als Befeuchtungsmittel erhält die weichen Theile, die Säfte flüssig, damit sie sich entwickeln und das Ganze gehörig ernähren können.

Die Entwickelung eines Individuums geschieht unter Zutritt einer bedeutenden Menge Wassers. Der Keim des Thiers bewegt sich frei in einer Flüssigkeit, um durch die Ciliarbewegung an seiner Oberfläche die Stoffe derselben aus dem Wasser fortwährend erneuern zu können. In jugendlichen Individuen, wo die Entwickelung und Reproduktion rasch erfolgt, ist aus demselben Grunde auch der Wassergehalt der festen Theile am größten, sowohl bei Thieren als bei den Pflanzen. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ist der Wassergehalt der Atmosphäre eine der weisesten Einrichtungen der Natur, welche mit dem ganzen Leben in innigster Verbin-

dung ſteht. Eine abſolut trockne Atmoſphäre würde allen organiſchen Körpern das Waſſer entziehen, alles würde vertrocknen und aus bloßem Mangel an Waſſer unfehlbar untergehen.

Als auflöſendes oder ſuspendirendes Mittel iſt das Waſſer für das Leben faſt unentbehrlich. Auf der Circulation einer Flüſſigkeit durch die verſchiedenen Theile eines organiſirten Körpers beruhen die Unterhaltung und Ernährung des ganzen Organismus, und eine Menge Funktionen deſſelben ausſchließlich. Ohne Waſſer könnten unmöglich die tauſendfachen Verbindungen zwiſchen den vier organiſchen Elementen entſtehen, welche die Natur erzeugt; denn nur mit Hülfe des Waſſers werden die ungleichartigen Stoffe mit einander in Berührung gebracht und in den Stand geſetzt, ein organiſches Ganzes zu bilden. Die circulirende Flüſſigkeit giebt bald einige ihrer Beſtandtheile ab, bald nimmt ſie andere auf, um ſie an einer dritten Stelle von Neuem abzuſetzen; kurz ein organiſches Leben ohne Waſſer iſt unmöglich.

In dem Pflanzen- wie dem Thierkörper hat das Waſſer größtentheils gleiche Funktionen zu erfüllen. Es vermittelt in beiden die Hydratbildung mancher Verbindungen, z. B. der Proteinverbindungen, welche in verſchiedenen Geſtalten, aber ſtets als Hydrate auftreten, ferner vom Schleim, ſowohl vom thieriſchen als vom Pflanzenſchleim; das Waſſer dient zweitens, um unlösliche feſte Theile ſuspendirt zu erhalten, z. B. die Chlorophyllkörnchen bei den Pflanzen, die Blutkügelchen bei den Thieren; drittens um aufgelöſte Stoffe durch alle Theile des Körpers hindurchzuführen, z. B. die Scheeleſchen Seifenſtoffe (zeepstoffe) bei den Pflanzen, die extraktartigen Stoffe bei den Thieren; und endlich um beiden die Nahrungsſtoffe, als nothwendigſtes Bedürfniß zum Leben, in aufgelöſtem oder vertheiltem Zuſtande zuzuführen.

Aber verſchieden verhält ſich das Waſſer in den Pflan-

zen und Thieren hauptsächlich in der Art und Weise, wie es aus dem Organismus wieder austritt, ein Umstand, wodurch sich jene beiden Körperklassen wesentlich unterscheiden. Bei den meisten Thieren nämlich circulirt eine wässerige Flüssigkeit durch den ganzen Körper und tritt unter andern in Organe, welche einen Theil der in der Flüssigkeit aufgelösten oder suspendirten Stoffe nach außen leiten und den Organismus ganz von ihnen befreien. Bei den Pflanzen fehlen solche Organe, welche dazu ausschließlich bestimmt wären; sie behalten deshalb alle nicht flüchtigen Stoffe, welche einmal in dieselben eingetreten sind. Ueber eine große Oberfläche hin verlieren sie Wassergas durch ihre Blätter, wenn es die Atmosphäre aufnehmen kann, d. h. wenn sie dazu trocken genug und das hygroskopische Vermögen der Blätter geringer ist, als das der Luft. Obschon dies keineswegs immer der Fall ist, so sind doch jene Bedingungen oft genug gegeben, so daß die Pflanzen, auch ohne besondere Organe zu besitzen, durch ihre Blätter bei den meisten Zuständen der Atmosphäre sich des überflüssigen Wassers entleeren können. Bei den Pflanzen ist also jene Funktion eine ganz andere, als bei den Thieren; denn obgleich diese auch durch ihre Haut, sowohl durch Ausdünstung aus den Schweißporen, als durch Verdunstung der Feuchtigkeit der Haut, Wasser verlieren, so tritt doch bei weitem die größte Menge desselben als eine gesättigte Auflösung sehr vieler Stoffe durch die Harnwerkzeuge aus. Die mit Spaltöffnungen versehenen und außerdem feuchten Blätter verlieren sowohl durch diese Poren wie über ihre ganze Oberfläche Wasser, welches die Atmosphäre aufnimmt. Da dies von reinem Wasser wenig verschieden sein kann, so muß an jedem Punkte, wo Wasser abdunstet, von den festen Stoffen, welche die Pflanzensäfte enthalten, ein Theil zurückbleiben; es befördert demnach die Verdunstung des Wassers den Wachsthum der jungen Blätter auf eine nicht zu verkennende Weise. Das Gedeihen der Pflanze steht

alſo in der innigſten Verbindung mit dem Verdunſten der Pflanzenſäfte, und alſo auch mit dem hygroſkopiſchen Vermögen der Atmoſphäre. Daß dadurch die Erneuerung der Säfte in den austrocknenden Theilen, und damit ihre Bewegung im Allgemeinen bedeutend unterſtützt wird, iſt offenbar. Die verdunſtete Flüſſigkeit muß ſich erneuern, und während ſie die aufgelöſten feſten Stoffe zurückläßt, führen die nachdringenden Säfte eine neue Quantität derſelben hinzu, welche ihrerſeits an den Verdunſtungsſtellen zurückbleibt.

Das reine Waſſer iſt an der Erdoberfläche ſehr ſparſam verbreitet; gewöhnlich enthält es einige Salze aufgelöſt. Letztere kommen in der Natur überall und in großer Menge vor, z. B. in dem Seewaſſer; und es ſind gerade diejenigen Salze die verbreitetſten, welche die Thiere und Pflanzen nicht entbehren können, welche zum Leben eben ſo nothwendig ſind, als die organiſchen vier Elemente. Hiernach nimmt die ſogenannte todte Natur der lebenden gegenüber eine beſondere Stellung ein, denn jener Zuſammenhang iſt ohne Zweifel kein zufälliger. Abſtrahiren wir von den organiſchen Beſtandtheilen des Blutwaſſers, ſo haben wir in der That eine Salzlöſung, welche der Zuſammenſetzung nach dem gewöhnlichen Waſſer in vielen Punkten gleicht. Dieſe Uebereinſtimmung iſt gewiß nicht zufällig; nicht zufällig auch die Unentbehrlichkeit des Kochſalzes für das thieriſche Leben und der Ueberfluß, den die Erde daran enthält. Außerdem kommen in dem Blutwaſſer noch folgende Salze vor: Chlorkalcium, Chlormagneſium, kohlenſaures Natron, kohlenſaurer Kalk, kohlenſaure Magneſia, ſchwefelſaures Natron, einige Kaliſalze und Phosphate. Die meiſten dieſer Salze ſind für das Blut ganz unentbehrlich und finden ſich ſowohl im Trinkwaſſer, als in den Säften der Pflanzen, welche Menſchen und Thieren zur Nahrung dienen, wieder; eine Thatſache, welche den innigen Zuſammenhang der beiden Naturreiche andeutet, die man in der Wiſſenſchaft zu ſehr von einander zu trennen pflegt.

Jene Salze spielen ohne Zweifel in dem ganzen organischen Reiche eine bedeutende Rolle. Bekanntlich wirken die meisten derselben der chemischen Zersetzung organischer Verbindungen entgegen; Kochsalz z. B. und manche andere der aufgezählten Salze schützen das Fleisch vor Fäulniß. Ihre Gegenwart im organischen Reich hat also ohne Zweifel zunächst den Zweck, die chemische Thätigkeit mehr oder weniger zu beschränken und zu modificiren, eine Thätigkeit, welche ohne die Salze eine baldige Verwesung des Thierkörpers, welcher meist aus sehr leicht veränderlichen Stoffen zusammengesetzt ist, zur Folge haben würde. Manche andere, z. B. die alkalischen kohlensauren Salze, dienen zur Auflösung der Proteinverbindungen; noch andere, z. B. phosphorsaurer Kalk, bilden die Stütze, das Skelett der weichern organischen Theile (bei den Gräsern dient hierzu die Kieselerde) und gehen mit manchen organischen Stoffen chemische Verbindungen ein: die Phosphate und Sulphate liefern den Phosphor und Schwefel, welche neben den vier organischen Elementen in manchen Verbindungen vorkommen. Endlich wird durch das Wasser das Eisenoxyd, welches in den Pflanzenaschen vorkommt, in aufgelöstem Zustande den Pflanzen zugeführt; von diesen erhalten es die Thiere, in deren Organismus, und zwar im Farbstoffe des Blutes, es in Folge einer Oxydation eben so als organisches Element auftritt, wie der Phosphor und Schwefel in den Proteinverbindungen.

Alle im Wasser löslichen Salze, welche im thierischen Körper nicht gebunden, oder deren Bestandtheile keine chemische Verbindung eingegangen sind, werden mit dem Harn wieder ausgeführt; es ist kein Grund vorhanden, warum sie in den Nieren sollten zurückgehalten werden, da sie im Blutwasser aufgelöst vorkommen, und im Harn, einer wässrigen Flüssigkeit, ebenfalls auflöslich sind. Das Kochsalz ausgenommen, finden sich von den übrigen Salzen in den Nahrungsstoffen und dem gewöhnlichen Trinkwasser hinlängliche

Mengen, um die ausgeſchiedenen Salze zu erſetzen. Der Menſch bedarf außerdem noch des Kochſalzes und weiß ſich dies ſelbſt auf der niedrigſten Stufe der Cultur, durch einen gewiſſen Inſtinkt geleitet, immer zu verſchaffen.

Als ein ganz beſonderes Medium erſcheint uns das Waſſer, wenn wir bedenken, daß darin eine unzählige Menge Pflanzen und Thiere leben und ihre Nahrung finden, ſterben und verweſen, und daß die Verweſungsprodukte eben ſo zur Erzeugung, Entwickelung und Erhaltung neuer organiſirter Körper dienen, wie die atmoſphäriſche Luft und die Erde zuſammen diejenigen Pflanzen und Thiere ernähren, welche, wie man ſagt, auf der Erde oder in der Luft leben.

Mehr als zwei Dritttheile der Oberfläche unſeres Planeten ſind mit Waſſer bedeckt. In dieſer ungeheuern Waſſermaſſe lebt eine unzählige Menge eigenthümlicher Weſen; die feſte Erde iſt außerdem in allen Richtungen von Flüſſen und andern Gewäſſern durchſchnitten, in denen ebenfalls Pflanzen und Thiere leben. Durch das Waſſer dem Auge verdeckt und nicht ſo zugänglich als die Körper, welche auf dem Feſtlande leben, ziehen ſie die Aufmerkſamkeit des Naturforſchers weniger auf ſich. Aber jene Welt verdient dem ohngeachtet genau ſtudirt zu werden. Wer dürfte beſtimmen, welche Zahl organiſirter Weſen die größte iſt, ob die, welche im Waſſer, oder welche auf dem Lande lebt?

Die leichte Beweglichkeit aufgelöſter organiſcher Stoffe begünſtigt ſehr die Umſetzung ihrer Elemente zu anderen organiſchen Verbindungen. In einem Infuſum von Pflanzenſtoffen oder thieriſchen Subſtanzen bilden ſich ſehr leicht kleine Thierchen, die Infuſionsthierchen, welche daher ihren Namen erhalten haben. Sie leben nur kurze Zeit, verſchlingen einander, verſchwinden und dienen zur Erzeugung neuer Individuen; es entſtehen Infuſorienpflänzchen (aftrekselplantjes), welche auch wieder verſchwinden und anderen Pflanzenarten Platz machen. Solche Metamorphoſen orga-

nisirter Wesen gehen in allen stehenden Gewässern vor sich, in Moräſten und Gräben. Ihre Entwickelung wird durch die Ruhe einer solchen Wasserfläche sehr befördert; deshalb trifft man sie weniger in Flüssen und größeren Wassermassen oder Binnenseen an. Das unzählige Heer der kleinen organisirten Gebilde im stehenden Wasser verdankt seine Entstehung und Erhaltung den darin vorkommenden organischen Stoffen. Vor dem Bestehen der jetzt lebenden Pflanzen und Thiere haben solche Infusionsthierchen in ungeheurer Anzahl existirt und vielleicht auch zur Condensirung der Bestandtheile der früheren Atmosphäre mitgewirkt.

Es besteht ein inniger Zusammenhang zwischen der Atmosphäre und einem Sumpfe. Wo auf irgend eine Weise ein Wasser verhindert wird, durch den Boden abzuziehen oder abzufließen, da häufen sich in demselben organische Stoffe an, so daß am Ende ein nicht sehr tiefer Sumpf dadurch ausgefüllt wird. Durch die Samenvertheilung entstehen Pflanzen, welche — auf Kosten der organischen Stoffe, die aus den Bestandtheilen der Atmosphäre entnommen, durch die Infusionsthiere und Pflanzen verändert, darauf verwest und in Humussäure, Quellsalzsäure u. s. w. umgewandelt sind — üppig gedeihen, mit ihren Blättern über das Wasser hinausreichen, Kohlensäure aus der Luft absorbiren, Kohlenstoff zurückhalten und den Sauerstoff der Atmosphäre wiedergeben. Auf diese Weise füllt sich jedes seichte, stehende Gewässer mit Dammerde; und es würden endlich Teiche und Gräben verschlämmt werden, wenn man sie nicht von Zeit zu Zeit reinigte und erweiterte (Wiegmann, Entstehung des Torfs).

Es besteht also ein inniger Zusammenhang zwischen der Luft und dem Wasser. Alle Bestandtheile der Atmosphäre, welche mit dem Regen herabgeführt werden, sammeln sich da an, wohin das Regenwasser abfließt. Die unzählige Menge der in der Luft vertheilten organischen Stoffe (S. 103) werden hier allmälig zersetzt und liefern ähnliche Produkte, wie

die Ackererde hervorbringt (ſiehe den folgenden Abſchnitt). Daher kommt es, daß in allen ſtehenden Gewäſſern dieſelben Stoffe vorkommen, welche ein fruchtbarer Boden enthält. Die dunkle Farbe des Sumpfwaſſers rührt von den quellſalzſauren Salzen her, welche, darin aufgelöſt, den Wurzeln der in dieſem Waſſer lebenden Pflanzen eine große Menge Nahrungsſtoffe zuführen.

Auch der große Ocean hat ſeine Vegetation. Außer den Seegräſern und anderen Waſſerpflanzen, welche die Küſten bedecken, ſind in dieſer Beziehung die ungeheuern Maſſen von Sargassum Columbi bemerkenswerth, welche gleich einer Wieſe große Strecken der Meeresfläche bedecken. Dieſes Gewächs ernährt ſich auf Koſten der im Seewaſſer enthaltenen organiſchen Stoffe, deren Quantität ſo bedeutend iſt, daß es dadurch eine gelbliche Farbe erhält und beim Verdunſten eine gefärbte Salzmaſſe hinterläßt. In jenen Waſſermaſſen, in denen die koloſſalſten Thiere leben, deren Excremente und Körper darin verweſen, hat ſich nach und nach eine große Menge organiſcher Stoffe angehäuft und zum größten Theil aufgelöſt oder fein vertheilt.

Jene Seegewächſe ſtellen eine gewiſſe Verbindung zwiſchen dem Waſſer und der Atmoſphäre her. Alle diejenigen, welche grün werden, entwickeln während ihres Wachsthums Säuerſtoff, welcher theils vom Waſſer abſorbirt wird, theils ſich in die Atmoſphäre verbreitet.

Da fortwährend das reine Waſſer des Oceans verdunſtet, da ferner die im Seewaſſer enthaltenen Salze der Verweſung entgegenwirken, und da endlich dem Ocean unaufhörlich organiſche Materien durch die Flüſſe zugeführt werden, ſo muß ſich die Menge der organiſchen Stoffe des Feſtlandes vermindern, und es müſſen daher die Nahrungsſtoffe der in dem Ocean lebenden organiſirten Weſen, und alſo auch die Zahl der Geſchöpfe ſich täglich vermehren.

Das Vermögen der Pflanzen, in ſtehendem Waſſer

Sauerstoff zu entwickeln, und die Eigenschaft des Wassers, leichter Sauerstoff als Stickstoff zu absorbiren, erklären die Erscheinung, daß der Sauerstoffgehalt der im Wasser gelösten Luft größer ist als in der Atmosphäre (S. 112). Von Humboldt und Gay-Lussac haben diese Thatsache für das Wasser der Seine nachgewiesen, von Andern ist sie später auch für andere Gewässer bestätigt, welche weniger faulende organische Körper enthalten. Anstatt 21 % enthält nämlich die Wasserluft 28 % und mehr Sauerstoff. Hieraus nehmen die Fische ihren Sauerstoff auf, wenn das Wasser längs der Blutgefäßverzweigungen der Kiefern hinfließt, während die ausgeschiedene Kohlensäure wieder gelöst wird. Diese dient den Pflanzen zur Nahrung, und so geht im Wasser ungefähr derselbe Proceß vor sich, wie in der Luft; die Pflanzen versorgen die Thiere mit Sauerstoff, letztere die Pflanzen mit Kohlensäure.

Die Pflanzen, welche auf dem Festlande in der atmosphärischen Luft vegetiren, erzeugen bekanntlich die organischen Stoffe, woraus die Thiere bestehen; diese sind entweder Pflanzen- oder Fleischfresser; aber diejenigen, welche sich von Fleisch nähren, verzehren doch nichts Anderes als die Pflanzenstoffe, welche dem ersten Thiere zur Nahrung dienten. In dieser Beziehung zeigt sich eine Abweichung bei manchen Geschöpfen, welche im Wasser leben. Erstens giebt es eine unzählige Menge kleinerer Wesen, z. B. die Infusionsthierchen, welche aus organischen, im Wasser vertheilten oder aufgelösten Stoffen, die keinem Pflanzentheile angehören, ebenso sich entwickeln und an Masse zunehmen, wie wir dies bei den niedrigsten und unvollkommensten Pflanzen wahrnehmen. Aber auch manche größere Wasserthiere scheinen besondere Nahrungsquellen zu haben. Lange Zeit sehen wir nämlich viele derselben in einer abgeschlossenen geringen Menge Flußwasser leben, sich entwickeln und wachsen, vorausgesetzt, daß es durch frisches Wasser öfter ersetzt

wird. Es ist möglich, daß ihnen eine geringe Menge Nahrungsstoffe genügt; aber woher nehmen sie auch dieses Wenige, was sie bedürfen? Woher anders als von solchen Stoffen, von denen die Pflanzen leben? Von organischen, fein vertheilten oder gelösten Substanzen, welche das Flußwasser in geringer Menge enthält. Ein allbekanntes Beispiel dieser Art liefern die Blutegel.

In dieser Beziehung liegt also in der Haushaltung der Thiere, welche im Wasser leben, noch Manches im Dunkeln, worüber die Wissenschaft keinen Aufschluß geben kann; und obschon es Herbivoren und Carnivoren unter ihnen giebt, so ist es doch mehr als wahrscheinlich, daß manche sich, wie die Pflanzen, von organischen fein vertheilten Stoffen nähren können. Vielleicht entstehen aus diesen organischen Materien zunächst Infusionsthiere, welche wieder größeren Thieren ebenso zur Nahrung dienen, wie die Pflanzen den Landthieren.

Die Ackererde im Verhältniß zur organisirten Natur.

Daß die schwarze Erdschicht, welche die Erde an manchen Stellen bis zur Dicke von mehreren Fußen, an anderen nur wenige Zoll hoch bedeckt oder auch ganz fehlt, ein Erzeugniß der Thiere und Pflanzen ist, erleidet nach dem Obigen keinen Zweifel. Noch heutiges Tages sehen wir ähnliche Stoffe aus den Zersetzungsprodukten organisirter Körper, aber auch nur aus diesen und auf keine andere Weise, entstehen. Wir haben daher allen Grund zu der Behauptung, daß Alles, was sich von organischen Substanzen in der Erd-

rinde findet, auf keine andere Weise gebildet sei, als durch Condensation der Bestandtheile der atmosphärischen Luft vermittelst der Pflanzen und Thiere. Es wird noch durch die Erfahrung bestätigt, daß überall, wo keine Pflanzen und Thiere leben, auch jene Stoffe fehlen, daß diese aber in desto größerer Quantität sich finden, wo jene reichlich vorhanden sind. Auf dem dürrsten Boden häufen die Pflanzen mehr und mehr davon an und erhöhen denselben sogar oft um ein Bedeutendes. Die Sümpfe von Alt-Niederland, welche früher in manchen Jahreszeiten eine Tiefe von 40—60 Fuß hatten und einen großen Theil der niederen Strecken des Landes einnahmen, sind allmälig auf diese Weise durch die Pflanzen und deren Verwesungsprodukte ausgefüllt und bewohnbar geworden.

Die schwarze Erdschicht, insofern sie organische Stoffe enthält, ist überall, wo nicht etwa die Kunst ihre Hand im Spiele gehabt hat, aus Stoffen gebildet, welche, aus der Atmosphäre condensirt, sämmtlich einmal ihr angehört haben. Sie ist ein Mittelglied zwischen der Atmosphäre auf der einen und den Pflanzen und Thieren auf der andern Seite. Wenn wir, wie allgemein geschieht, das Wasser, die Kohlensäure, das Ammoniak, den Sauerstoff und Stickstoff unorganische Körper nennen — wofür man indeß meiner Meinung nach keinen hinlänglichen Grund zu haben scheint — so ist doch gewiß die schwarze Erdschicht zu nichts Anderem als zu den organischen Körpern zu zählen. Sie ist ebensowohl eine chemische Verbindung der organischen Elemente, als die Pflanzencellenstoffe, das Mehl, Gummi und Zucker und jeder andere organische Körper; von ihr geht unzweifelhaft die erste und fortdauernde Bewegung aus, welcher die Moleküle in den Pflanzen und Thieren unterworfen sind. Die beständige Umsetzung der Bestandtheile dieser schwarzen Erdschicht, die in deren Elementen Statt findet, theilt sich den Pflanzen mit, deren Wurzeln mehr oder weniger davon bedürfen,

wenn sie gedeihen sollen; während sich diese Bewegung von den Pflanzen weiter auf die Thiere überträgt. Sie erregt und unterhält also die eigenthümliche Art der chemischen Wirkung, welche wir organische Thätigkeit zu nennen pflegen. Zwar gedeihen manche Pflanzen auf nackten Felsen, aber doch der bei weitem größte Theil der heutigen Vegetation bedarf zur kräftigen und vollkommenen Entwickelung eines fruchtbaren, cultivirten Bodens (S. 115); und obgleich die Vollkommenheit und Größe der Pflanzen keineswegs im Verhältniß zur Quantität der in dem Boden enthaltenen organischen Stoffe steht, so scheint doch das Vorkommen einer gewissen Menge derselben für das Wachsthum mancher Gewächse nothwendige Bedingung zu sein; dies ist Jedermann bekannt, welcher vom Garten- oder Feldbau auch nur das Mindeste versteht. Daher rührt es ohne Zweifel, daß einfach kohlensaures Ammoniak, welches an und für sich kein Nahrungsstoff für die Pflanzen ist, doch für manche derselben dazu werden kann, wenn es ihnen unter gewissen Verhältnissen durch die Ackererde zugeführt wird. Die in ununterbrochener Zersetzung begriffenen Bestandtheile des Culturlandes sind also Haupturſache der Bewegung der Bestandtheile in den Pflanzen, die diese den Thieren mittheilen. Diese Funktion der schwarzen Erdschicht ist ganz getrennt von einer andern, welche darin besteht, den Pflanzen Nahrungsstoffe zuzuführen.

Unser Erdball, vormals eine todte, unfruchtbare, in dichte Nebel eingehüllte Masse, deren Oberfläche nichts als Gestein und Wasser — und selbst dies nicht einmal zu Anfang — darbot, und mit feuerspeienden Bergen und himmelhohen Felsen wie besäet war, hat seitdem eine Menge Veränderungen erlitten. Als späterhin nach der Condensation des Wassers die Felsmassen unter dem gemeinschaftlichen Einfluß der Luft, des Lichtes und der Feuchtigkeit verwitterten und zu Pulver zerfielen, welches vom Winde und Wasser weithin

fortgeführt wurde, fing die Erde an, sich allmälig abzurunden und mit den verschiedenartigsten pulverförmigen oder körnigen Stoffen zu bedecken. Letztere waren nothwendiger Weise ein Gemenge der Hauptbestandtheile der am meisten verbreiteten Gebirgsarten; also von Kieselerde, Kalk-, Magnesia-, Natron- und Kalisalzen, von Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd in Verbindung mit Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor.

Die verschiedene Beschaffenheit des Erdbodens an verschiedenen Punkten erklärt sich aus der Verschiedenheit der Gebirgsmassen, deren Bestandtheile nach dem Verwittern gewöhnlich nicht sehr weit von dem Muttergesteine fortgeführt werden, sondern meist nur den Fuß desselben bedecken. Noch heutiges Tages fährt die Verwitterung der Gebirgsmassen fort, und die Unebenheiten der Erdoberfläche runden sich immer mehr ab, indem die pulverförmigen Produkte der Verwitterung, durch Stürme und Ströme fortgerissen, die tiefen Stellen und Niederungen langsam ausfüllen. Die mit ewigem Schnee und Eis bedeckten Bergkuppen folgen zuletzt; erst wenn der Fuß derselben durch die herabstürzenden Gewässer ausgehöhlt und unterminirt ist und jene in die tiefern Regionen herabgestürzt sind, erfahren sie den mächtigen Einfluß der Atmosphäre, indem sie dort verwittern, sich abrunden und endlich geebnet und ganz vernichtet werden.

Von den Produkten der Verwitterung der Gebirgsarten sind manche sehr gut bekannt, z. B. die Thonerde, diese so allgemein verbreitete und für die Vegetation so wichtige Substanz. Sie entsteht bekanntlich aus Feldspath, Albit und Porcellanspath.

Feldspath . . . $KO\,SiO_3 + Al_2O_3\,3\,SiO_3$

Albit . . . . $NaO\,SiO_3 + Al_2O_3\,3\,SiO_3$

Porcellanspath . $NaOSiO_3 + Al_2O_3\,SiO_3 +$
$3\,CaO\,2SiO_3 + 2(Al_2O_3\,SiO_3)$

Aus jenen Silikaten von Kali, Natron, Kalk und

Thonerde wird durch Verwitterung, d. h. durch Einwirkung von Wasser und Kohlensäure, ein Theil der Kieselsäure und des Kali und Natrons ausgewaschen, während kieselsaure Thonerde, freie Kieselerde und unzersetzter Feldspath, Albit oder Porcellanspath mit einander gemengt, als Thon im fein vertheilten Zustande von dem Schnee- und Regenwasser fortgerissen und in den Niederungen abgesetzt werden. Am meisten kommt hier der Feldspath als die am allgemeinsten verbreitete Substanz in Betracht, und mag in Verbindung mit kieselsaurer Thonerde, Quarz, Glimmer, freier Kieselerde und Thonerde, ein wenig Kreide und Eisenoxyd u. s. w. als Hauptbestandtheil des gewöhnlichen Thon- oder Marschbodens angesehen werden, abgesehen von den übrigen zufälligen fremdartigen Beimengungen. — Die beim Verwittern jener Gebirgsarten löslich gewordenen Stoffe werden vom Regenwasser aufgenommen und bilden die Salze unsres gewöhnlichen Flußwassers (siehe oben S. 130).

Die sogenannten unorganischen Bestandtheile der Ackererde haben einen unbegrenzten Einfluß auf das organische Reich. Die Thiere erhalten dieselben zum Theil von den im Wasser gelösten und also aus den verwitterten Gebirgsarten ausgewaschenen Stoffen, zum Theil von den Pflanzen, und diese entziehen sie dem Erdboden. Das ganze organische Reich steht also im innigen Zusammenhange mit der Zusammensetzung der obern Erdschichten.

Es ist unmöglich, eine einigermaßen vollständige Uebersicht über die Natur und Beschaffenheit jener Stoffe zu geben; einige wenige Bemerkungen mögen genügen.

Alles, was auf der Erde dem Einfluß der Luft, des Wassers, des Lichtes und der Wärme ausgesetzt ist, verliert seinen Zusammenhang und zerfällt zu Staub und Pulver, es verwittert.

Sind die verwitternden Gebirgsmassen der Art, daß die eigentlichen Metalloxyde von Blei, Kupfer u. s. w. darin

fehlen, aber daß sie Kieselerde, Thonerde, Eisenverbindungen und Kali-, Kalk- und Magnesiasalze enthalten, so kann ein solcher Boden der Vegetation im Allgemeinen günstig sein, und besonders für gewisse Pflanzenfamilien derjenige, welcher gerade die Bestandtheile enthält, welche jene zu ihrem Fortkommen nothwendig bedürfen.

Deshalb ist eine genaue Kenntniß der verwitterten pulverförmigen Erdschichten äußerst wichtig. Selten findet man die Produkte der Verwitterung an ihrer ursprünglichen Lagerstätte. Der Regen und das von den höheren Punkten herabströmende Wasser führt sie gewöhnlich entfernteren tiefer liegenden Regionen zu. Daher ist es oft sehr schwer, ihren Ursprung genau zu ermitteln; zumal da eine solche angeschwemmte Erdschicht meistens aus einem Gemenge mehrerer verwitterter Gebirgsarten besteht.

Die Produkte der Verwitterung hängen natürlicher Weise ganz von der Natur der Mineralien ab, welche den Einflüssen der Luft, des Wassers u. s. w. ausgesetzt sind. Die Silikate z. B. zerfallen ohne Unterschied in Kieselerde und kohlensaure Salze.

Diese Zersetzung erleiden außer dem so eben angeführten Feldspath auch der Thonschiefer, Basalt, die Porphyre und viele andere allgemein verbreitete Gebirgsarten. Sie enthalten außer den beim Feldspath erwähnten Silikaten von Thonerde, Kali, Natron und Kalk auch kieselsaures Eisen- und Manganoxyd. Bei ihrer Verwitterung bilden sich kohlensaure Salze, und Kieselerde und Thonerde scheiden sich aus.

Jene Zersetzung erleiden nicht bloß die im Wasser löslichen Silikate, sondern auch die unlöslichen zerfallen allmälich durch die immerwährende Einwirkung feuchter Kohlensäure und bilden die lockere Ackerkrume, die Basis aller Vegetation, während jene vom Wasser aufgenommen in Auflösung den Pflanzen dargeboten werden.

Die abgeschiedene Kieselerde wird von manchen im Wasser löslichen Salzen aufgelöst, namentlich von den kohlensauren Alkalien. Dies erklärt ihr Vorkommen in fast jedem Wasser als sogenanntes Wasserglas und die Möglichkeit, von den Pflanzen assimilirt zu werden.

Alle Silikate von Thonerde, Kalk, Kali, Natron, Eisenoxyd bilden einen fruchtbaren Boden; denn er besitzt einerseits das Vermögen, Wasser zurückzuhalten, anderseits enthält er, besonders je unvollkommener die ursprüngliche Gebirgsart verwittert ist, noch Alkalien in hinreichender Menge, um lange Zeit die Pflanzen damit zu versehen.

Als Beispiel gebe ich die Zusammensetzung dreier Arten eines thonigen Bodens aus Holland, und zwar aus dem Zuidersee, den C. H. von Baumhauer analysirt hat:

	1.	2.	3.
Unlösliche Kieselerde-haltige Thonerde u. Quarzsand	57,646	51,706	55,372
Lösliche Kieselerde	2,340	2,496	2,286
Thonerde	1,830	2,900	2,858
Eisenoxyd	9,039	10,305	11,864
Eisenoxydul	0,350	0,563	0,200
Manganoxydul	0,288	0,354	0,284
Kalk	4,092	5,096	2,480
Magnesia	0,130	0,140	0,128
Kali	1,026	1,430	1,521
Natron	1,972	2,069	1,937
Ammoniak	0,060	0,078	0,075
Phosphorsäure	0,466	0,324	0,478
Schwefelsäure	0,896	1,104	0,576
Kohlensäure	6,085	6,940	4,775
Chlor	1,240	1,382	1,418
Humussäure	2,798	3,991	3,428
Quellsäure	0,771	0,731	0,037
Quellsatzsäure	0,107	0,160	0,152
Humin, Pflanzenüberreste und chemisch gebundenes Wasser	8,324	7,700	9,348
Wachs und Harz	Spuren	Spuren	Spuren
Verlust	0,540	0,611	0,753
	100,000	100,000	100,000

Ein Blick auf die Zusammensetzung jener Erdart überzeugt uns von ihrer Wichtigkeit für die Vegetation, indem darin dieselben Verbindungen vorkommen, welche die wesentlichen Bestandtheile der Pflanzen ausmachen. Sie stammt, wie überhaupt Hollands fruchtbarer Boden, aus den Rheingegenden und also von den verwitterten Gebirgsmassen jener Gebiete.

Die Schwefelsäure rührt von den Sulphureten und die Phosphorsäure aus dem Apatit (phosphorsaurer Kalk), einem sehr verbreiteten Mineral, her: zwei Bestandtheile, welche in einem furchtbaren Boden niemals fehlen.

Einen Gegensatz zu dem Thonboden bildet der Sandboden Hollands, dessen Hauptbestandtheil Quarzsand ist: ein Stoff, woraus durch Wasser nichts, mit Säuren kaum etwas ausgezogen werden kann, und der also, wenn nicht die den Pflanzen unentbehrlichen Stoffe damit gemengt sind, für die Vegetation durchaus nicht geeignet ist.

Unter den eingedeichten Landstrichen der Provinz Gröningen giebt es manche, welche noch nie mit alkalischen Salzen gedüngt zu werden brauchten, während der dürre Sandboden um Utrecht wiederholt mit Asche bestreut werden muß, um ihm die Stoffe wiederzugeben, woran er durch die vorhergegangene Ernte verarmt ist *).

Eine kurze Aufzählung einiger Hauptgebirgsarten, deren Verwitterung zur Entstehung der Ackererde Veranlassung gegeben hat, mag diesen Theil unserer Skizze beschließen. —

Quarz führende Gebirgsarten. Dazu gehört Bergkrystall, gemeiner Quarz, Kieselschiefer (Quarz mit

*) Siehe Sprengel, Bodenkunde.

Thonerde, Kalkerde, Eisenoxyd); Feuerstein [a]) (Quarz mit Thonerde, Kalk, Eisenoxyd); Sandstein; Sand.

Feldspath führende Gebirgsarten: Granit (Quarz, Glimmer und Feldspath) [b]); Gneus (Feldspath, Quarz und Glimmer); er ist dem Granit der Zusammensetzung nach sehr nahe verwandt; Feldstein; er bildet die Grundmasse vom Klingstein [c]) und Feldsteinporphyr (kieselsaure Thonerde mit Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxyd); eingemengt findet man Schwefelkies, Hornblende und Glimmer; Trachyt [d]) (Kieselerde, Thonerde, Kali und Eisenoxyd); Perlstein [e]) (Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd, Kali, Kalk); Bimstein [f]) (Kieselerde, Thonerde, Natron, Kali, Eisen- und Manganoxyd).

Glimmer führende Gebirgsarten: Glimmerschiefer [g]), besteht aus Quarz und Glimmer (der Glimmer ist Kali-, Magnesia- oder Lithion-Glimmer und enthält diese Basen verbunden mit Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd,

---

a) Feuerstein

	Klaproth.
Kieselsäure	98,00
Thonerde	0,25
Kalk	0,50
Eisenoxyd	0,25
Wasser u. flüchtige Theile	1,00

b) Gemeiner Feldspath

	Vauquelin	Berthier.
Kieselsäure	64	64,20
Thonerde	20	18,10
Kali	11	16,95
Kalk	2	

c) Im Klingsteine sind 8% Kali, 9% Natron und 3,5% Kalk gefunden.

d) Trachyt von Berthier

		Puy de Dome
Kieselerde	65,5	61,0
Thonerde	20,0	19,2
Kali	9,1	11,8
Kalk	2,2	
Magnesia		1,6
Eisenoxyd	3,0	4,2
Wasser		2,0

e) Perlstein; Klaproth.

Kieselerde	72,25
Thonerde	12,00
Kali / Natron	4,50
Kalk	0,50
Eisenoxyd	1,60
Wasser	4,50

f) Bimstein; Berthier.

Kieselerde	70,0
Thonerde	16,0
Eisenoxyd	0,6
Kali / Natron	6,5
Kalk	2,5
Wasser	3,0

Manganoxyd, Flußsäure und Phosphorsäure); Chloritschiefer (Thonerde, Eisenoxyd, Kieselerde, Kalk, Magnesia); Talkschiefer.

Hornblende führende Gebirgsarten: Hornblende [h]) (Magnesia, Kalk, Kieselerde, Thonerde, Eisen- und Manganoxydul); Grünstein [i]) (ein Gemenge von Hornblende und Labrador), Labrador ist nach den Analysen von Klaproth, von Berzelius berechnet: $(NaO\ SiO_3 + Al_2O_3\ SiO_3) + 3(CaO\ SiO_3 + Al_2O_3\ SiO_3)$.

Serpentinartige Gebirgsarten: Serpentin [k]) (Magnesia, Kieselerde, Kalk, Ceriumoxyd, Eisenoxyd).

Augithaltige Gebirgsarten: Basalt (ein inniges Gemenge von Augit, Labrador oder Feldspath und Magneteisenstein). Der Basalt besteht seiner ganzen Masse nach aus: Kieselerde, Thonerde, Eisen-, Manganoxyd, Kalk,

---

g) Glimmer;

	Kaligl.; Rose	Magnesiagl.; Klaproth	Lithiongl. Gmelin.
Kieselerde	74,50	42,50	49,060
Thonerde	37,20	11,50	33,611
Eisenoxyd	3,20	22,00	
Manganoxyd	0,90	2,00	1,420
Kali	9,60	10,00	4,186
Magnesia		9,00	0,408
Lithion			3,594
Flußsäure	0,56		3,445
Wasser	2,63	1,00	4,184
Phosphorsäure			0,112

h) Thonerde-freie Hornblende besteht aus:

$CaO\ SiO_3 + 3\ MgO\ 2\ SiO_3$ (Tremolit)
oder $FeO\ SiO_3 + 3\ MgO\ 2\ SiO_3$ (Anthophyllit)
oder $NaO\ SiO_3 + 3\ FeO\ 2\ SiO_3$ (Arfvedsonit)

Thonerde-Hornblende aus:

$Ca\ Fl_2 + 5\ (CaO\ SiO_3 + 3\ MgO\ 2\ SiO_3)$.

i) Grünstein nach Bendant.

Kieselerde	63,2
Thonerde	14,2
Eisenoxyd	5,8
Kalk	2,5
Magnesia	2,9
Kali	1,2
Natron	1,2
Wasser	0,3

k) Serpentin, nach Mosander und Lychnell:

$3\ MgO\ 2\ H_2O + 2\ (3\ MgO\ 2\ SiO_3)$.

Magneſia, Natron oder Kali [1]). Dolerit, dem Baſalt nahe verwandt.

Thon führende Gebirgsarten: Thonſchiefer (Kieſelſäure, Thonerde, Kalk, Magneſia, Eiſenoxyd, oftmals Kali, Natron, Gyps, Kochſalz).

Kalkhaltige Gebirgsarten, deren Hauptbeſtandtheil kohlenſaurer Kalk iſt.

Gyps, ſchwefelſaurer Kalk.

Eiſen, Magneteiſenſtein, Eiſenſchiefer u. ſ. w.

Die aufgezählten Gebirgsarten, welche verwittert einen großen Theil der Erdoberfläche bedecken, enthalten mehrentheils dieſelben Verbindungen. Sie ſind aber bald durch die Nebenbeſtandtheile, bald durch die verſchiedenen Quantitäten der Hauptbeſtandtheile wirklich verſchieden und bewirken auf dieſe Weiſe den Unterſchied in der Beſchaffenheit der Ackererde für verſchiedene Gegenden.

Jene Gebirgsmaſſen, welche urſprünglich die Erde bedeckten und in der langen Zeit, die ſeit ihrer Entſtehung verſtrichen iſt, geebnet und in Staub verwandelt ſind, haben alſo die eigentlichen unorganiſchen Beſtandtheile der Ackerkrume geliefert, und thun dies noch fortwährend.

Bei der Condenſirung der vier Grundſtoffe, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff aus der Atmoſphäre durch die erſte Vegetation und bei der noch heute vor ſich gehenden Bildung der ſchwarzen organiſchen Stoffe, welche

---

1) Baſalt; nach Gmelin.

	Auflösliche Theile	Unlösliche Theile
Kieſelerde	35,741	48,500
Thonerde	11,121	6,792
Manganoxyd	1,487	
Eiſenoxyd		9,383
Eiſenoxydul	16,015	
Kalk	11,914	17,395
Strontian	0,112	
Magneſia	10,434	13,131
Natron	3,264	
Kali	1,204	
Waſſer	6,530	

wir in dem Boden finden, mußte eine unmittelbare Mengung derselben mit den verwitterten Gebirgsarten Statt finden. Das Endresultat davon mußte nothwendig ein Gemenge sein, welches sowohl unorganische Stoffe enthielt, als auch chemische Verbindungen organischer mit unorganischen Substanzen. Betrachten wir die so eben aufgezählten unorganischen Hauptbestandtheile des Bodens, insofern sie im Wasser löslich sind, so werden wir finden, daß sie mit denen übereinstimmen, welche, wie wir früher sahen, das gewöhnliche Wasser enthält, natürlich weil das Regenwasser oder der schmelzende Schnee dieselben aus den verwitternden Gebirgsmassen zum Theil auflöst. Die meisten dieser Salze sind, wie wir ebenfalls oben bemerkten, den Pflanzen und Thieren für das Leben unentbehrlich; daraus ergiebt sich der unmittelbare und innige Zusammenhang der todten unorganischen Felsmassen mit der organisirten Natur. Endlich mengen sich auch die im Wasser löslichen Stoffe sowohl mit den organischen Bestandtheilen des Erdbodens als auch mit den unauflöslichen Ueberresten der verwitterten Gebirgsarten, wodurch die ersteren im vertheilten Zustande den Wurzeln der Pflanzen dargeboten werden.

Wenn auch die Zersetzungsprodukte der Thiere und Pflanzen unter gewissen Verhältnissen stets dieselben sind, so kann doch die Ackererde in verschiedenen Gegenden nicht immer dieselbe Beschaffenheit haben. Die unorganischen Bestandtheile des Bodens, die Basen, Säuren und Salze, üben bekanntlich einen bestimmten Einfluß auf die Zersetzung organischer Stoffe und modificiren also auch die Bewegung, welche von den in Umsetzung begriffenen Molekülen der schwarzen Erdschicht auf die Pflanzen übergeht, auf mannigfaltige Weise. Daher die verschiedene Fruchtbarkeit eines Bodens für verschiedene Pflanzen und die Abhängigkeit der Erzeugnisse von den unorganischen Bestandtheilen desselben; mit anderen Worten: die Gebirgsformationen, durch deren

Verwitterung das Culturland entstanden ist, stehen mit der Vegetation eines davon bedeckten Erdstriches in genauem Zusammenhange. — Bekanntlich *) ist die Flora der Niederlande gleich der der ganzen Rheingegenden. Man hat diese Erscheinung mit Recht der Samenvertheilung durch das Rheinwasser zugeschrieben; aber sie hat noch einen andern Grund, nämlich in der Gleichartigkeit der unorganischen Bestandtheile des durch das Rheinwasser angeschlämmten Erdbodens.

Verschiedenartige Pflanzen enthalten verschiedene Salze, Basen- und Säuren; zwar lassen sich einige derselben durch analoge Stoffe ersetzen, z. B. Natron durch Kali u.. s. w.; aber eine jede Pflanzengattung behält doch darin manches Eigenthümliche und verkümmert, wo die nothwendigen unorganischen Bestandtheile fehlen.

Dies erklärt die Vorliebe mancher Pflanzen für einen gewissen Boden, die Nothwendigkeit, auf ein Land, von dem man fortwährend erntet, zuweilen Asche zu streuen, und endlich die durch Ueberschwemmungen und Bewässerungen vermehrte Fruchtbarkeit der Wiesen. In dem letzten Falle führt das darüberströmende Wasser dem Wiesengrunde die Bestandtheile wieder zu, woran er durch die wiederholten Ernten arm geworden ist.

Die Ackererde ist also ein inniges Gemenge von unorganischen im Wasser unauflöslichen Stoffen, welche hauptsächlich dazu dienen, den Boden für die Wurzeln der Pflanzen durchdringbar zu machen, und das Wasser sowohl hindurchzulassen, als auch hygroskopisch zu binden, eine Eigenschaft, welche die Thonerde in einem ausgezeichnet hohen Grade besitzt; ferner von unorganischen im Wasser löslichen Stoffen, welche von den Pflanzen aufgenommen werden, wozu die bereits genannten Salze gehören; und endlich von

*) Miquel, Distributio geographica plantarum.

organischen Substanzen, welche mit den unorganischen zum Theil in chemische Verbindung treten.

Jene organischen Bestandtheile des Erdbodens würden eine unendliche Verschiedenheit zeigen, wenn nicht eine allgemeine Ursache ihre Zahl auf wenige beschränkte. Die ersten Pflanzen würden nach ihrem Tode alle ihre Bestandtheile dem Boden übergeben, eben so die nachfolgende Vegetation die ihrigen hinzugefügt haben, und so würde die feste Erdrinde ein Sammelplatz eben so vieler Pflanzenstoffe geworden sein, als sich in den lebenden, verschiedenen Familien angehörenden Pflanzen finden. In der Natur verhält es sich indeß anders. Nicht nur wird das Individuum nach dem Tode vernichtet, sondern es werden auch alle organischen Substanzen zersetzt, verändert und am Ende in bestimmte Stoffe verwandelt, ganz unabhängig von der Individualität der todten Pflanze oder des Thiers. Unter den Pflanzenstoffen giebt es indessen, so wie auch unter den thierischen Produkten, manche, deren allgemeine Veränderungen man noch nicht kennt, und deren Verwesung nicht einmal wahrscheinlich ist. Was daraus in dem Erdboden entsteht, verdient eine besondere Untersuchung. Dahin gehören die Harze, Fette, Pflanzenbasen und Pflanzensäuren. Von den Hauptbestandtheilen des organischen Reichs ist es indessen bekannt, was bei ihrer Umwandlung in Dammerde, bei der Humusbildung aus ihnen wird. Unter Humification versteht man nämlich eine eigenthümliche Zersetzung organischer Körper, welche man mit dem Fäulniß- und Verwesungsproceß nicht verwechseln darf, sondern welche durch den Einfluß der verwitterten Erdmasse und die daraus entstandene Vertheilung der organischen Stoffe in vieler Hinsicht verschieden ist. Jene Veränderungen, wodurch Tausende von organischen Verbindungen der Thier- und Pflanzenwelt in Humus verwandelt werden, zeichnen sich durch eine merkwürdige Gleichförmigkeit und Uebereinstimmung aus.

Wenn wir die zufälligen Beimengungen der schwarzen Erdschicht und diejenigen Substanzen ausschließen, deren Zersetzung noch nicht bis zum Ende fortgeschritten ist, so reduciren sich die Bestandtheile derselben auf eine geringe Anzahl organischer Stoffe, die man überall auf der Erde wiederfindet und von deren Umsetzung das Wachsthum der Pflanzen abhängig ist.

Jene Stoffe sind folgender Art: einige sind im Wasser, andere in Alkalien löslich, andere in beiden unlöslich; manche endlich lösen sich in Alkohol und Aether. Zu den letzteren gehören vorzugsweise die harzartigen Stoffe, welche an der Vegetation keinen Theil zu nehmen scheinen. Die Harze des Torfs haben eine sehr sonderbare Zusammensetzung, insofern Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff in verschiedenen Verhältnissen darin vorkommen, und zwar CH_2, $C_5 H_8$, entweder als solche, oder noch mit Sauerstoff verbunden.

Der harte Friesische Torf enthält 4 Harze *).

---

*) Bleioxydsalzsalz des α Harzes, harter Friesischer Torf.

	gef.	At.	ber.
C	57,33	50	57,77
H	7,81	80	7,55
O	13,44	9	13,61
PbO	21,42	1	21,07

β Harz	gef.	At.	ber.
C	77,37	77	77,21
H	10,98	134	10,97
O	11,65	5	11,82

γ Harz	gef.	At.	ber.
C	79,12	104	79,32
H	11,94	188	11,79
O	8,94	9	8,98

δ Harz	gef.	At.	ber.
C	80,77	131	80,50
H	12,13	242	12,13
O	7,08	9	7,25

α Harz, langer Friesischer Torf.

	gef.	At.	ber.
C	76,20	35	75,89
H	10,21	56	9,92
O	13,59	5	14,19

α. $C_{50}\ H_{80}\ O_9 = 10\ (C_5\ H_8) + O_9$

β. $C_{77}\ H_{134}\ O_9$

γ. $C_{104}\ H_{188}\ O_9$

δ. $C_{131}\ H_{242}\ O_9$

In den drei letzten ist ohne Zweifel das α Harz mit CH_2 chemisch gebunden; denn ziehen wir vor allen das α Harz ab, so haben wir:

β. $C_{77}\ H_{134}\ O_9$

α. $50\quad 80\quad 9$

$27\quad 54 = 9 \times C_3\ H_6$

γ. $C_{104}\ H_{188}\ O_9$

α. $50\quad 80\quad 9$

$54\quad 108 = 18 \times C_3\ H_6$

δ. $C_{131}\ H_{242}\ O_9$

α. $50\quad 80\quad 9$

$81\quad 162 = 27 \times C_3\ H_6$

In langem Friesischen Torf ist die Zusammensetzung jener Harze eine etwas andere:

$\alpha\ C_{35}\ H_{56}\ O_5 = 7\ (C_5\ H_8) + O_5$

$\gamma\ C_{90}\ H_{168}\ O_6 = 6\ (C_5\ H_8 + O) + 60\ (C\ H_2)$ *).

Auf das Vorkommen mehrerer solcher Verbindungen ist die Ackererde noch nicht untersucht, aber ähnliche wie die angeführten finden sich ohne Zweifel in allen Arten solcher Erdschichten, welche aus der Zersetzung organischer Körper hervorgegangen sind. Der Kohlenwasserstoff: CH_4 ist ein Produkt der Zersetzung derjenigen Pflanzen, woraus die

---

γ Harz	gef.	At.	ber.
C	80,38	90	80,68
H	12,52	168	12,29
O	7,10	6	7,03.

*) Bulletin, 1839, S. 147.

Steinkohlen entstanden sind, Pflanzen, welche tief unter der Erdoberfläche verschüttet liegen; zwei andere feste Kohlenwasserstoffverbindungen: CH_2 und C_5H_8 erzeugen sich bei einem ähnlichen Proceß an manchen Stellen der Erdoberfläche; wahrscheinlich werden spätere Untersuchungen noch mehrere der Art kennen lehren (Johnston).

Die organischen in Wasser und Alkalien löslichen Stoffe sind in manchen Erdarten oft in großer Menge enthalten, andere sind sehr arm daran; sie sind analoger Art, wie diejenigen, welche nach der Behandlung mit Wasser und Alkalien ungelöst zurückbleiben, die angeführten harzartigen Körper abgerechnet. Die auflöslichen Körper unterscheiden sich bei ihrem Vorkommen in der Ackererde scheinbar dadurch, daß sie mit den verschiedenen unorganischen Körpern Verbindungen eingehen, welche je nach der Natur der Basen bald lösliche, bald unlösliche Salze darstellen. Zwei der organischen Bestandtheile verbinden sich übrigens nicht mit Basen und sind sowohl im Wasser wie in Alkalien unlöslich.

Bis jetzt kennt man sieben verschiedene organische Verbindungen in der Ackererde: Quellsäure, Quellsalzsäure, Geinsäure, Humussäure und Humin, Ulminsäure und Ulmin.

Das Humin und Ulmin sind die beiden in Wasser und Alkalien unlöslichen Körper, während die übrigen sehr leicht von Alkalien und mehr oder weniger von Wasser gelöst werden. Sie unterscheiden sich zwar der Quantität nach, in der sie in verschiedenen Erdarten vorkommen, und ebenfalls in manchen ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften, aber mehrere Stoffe der Art anzunehmen, scheint mir nach genauen zu diesem Zwecke angestellten Versuchen nicht zulässig.

Die Kenntniß jener Körper ist von großer Wichtigkeit. Ich unterscheide quellartige (kwelacktige) und humusartige Stoffe und zähle zu den letzten: die Geinsäure, Humussäure

und Humin, Ulminsäure und Ulmin; zu den erstern: die Quellsäure und Quellsalzsäure.

Keiner dieser Stoffe ist in einer guten Ackererde, d. h. in einer solchen, wo die Zersetzung der organischen Bestandtheile möglichst beendet ist, stickstoffhaltig: aller Stickstoff kommt darin als Ammoniak vor, und da fünf der aufgezählten Bestandtheile der Ackererde Säuren sind, so können fünf verschiedene Ammoniaksalze, aber auch Doppelsalze von Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd entstehen; Salze, welche vermöge ihrer Löslichkeit sehr geeignet sind, die Pflanzen zu ernähren.

Wenn man Ackererde mit Wasser auslaugt, so erhält man eine Menge Salze aufgelöst. Drei verschiedene Arten dieser Erde gaben davon in 100 Theilen *):

0,424
2,771
1,540.

Jene Salze sind: Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorkalcium, Chlormagnesium, Chlorammonium und Verbindungen der Ameisensäure, Essigsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Quellsäure, Quellsalzsäure, Humussäure mit den genannten Basen. Man nennt sie insgesammt Humusextrakt.

Alkalien ziehen aus der bereits mit Wasser behandelten Erde Stoffe aus, welche durch Säuren wieder gefällt werden. Sie sind meist dreierlei Art und in verschiedenen Erdarten in variirenden Quantitäten enthalten. Entweder findet man

Geinsäure . . $C_{40} H_{24} O_{14}$
oder Humussäure . $C_{40} H_{24} O_{12}$
oder Ulminsäure . . $C_{40} H_{28} O_{12}$.

Die letzgenannte Substanz entsteht zuerst bei der Fäulniß indifferenter Pflanzentheile; daraus bildet sich unter Ab-

*) Scheik. Onderz., Deel. II. pag. 92.

sorption des Sauerstoffs und der Luft Humussäure und endlich durch Aufnahme von noch mehr Sauerstoff Geïnsäure.

Von den in Alkalien löslichen und durch Säuren wieder fällbaren Stoffen gaben jene drei Erdarten in 100 Theilen:

4,249
5,289
8,667.

Die in Alkalien unlöslichen Substanzen (Ulmin und Humin) werden durch die Zersetzung, worin die Bestandtheile der Ackererde beständig begriffen sind, allmälig in Ulminsäure und Humussäure verwandelt und in einen löslichen Zustand übergeführt.

Die so eben erwähnten organischen Verbindungen, welche wir zusammen humusartige Stoffe nennen, können also zum Theil von den Pflanzen assimilirt werden, sobald nur ein Alkali vorhanden ist, welches sie auflöst. Das Alkali kann entweder eins der festen Alkalien sein oder auch Ammoniak, dessen Bildung aus der in der Erde enthaltenen atmosphärischen Luft, wie wir alsbald sehen werden, leicht von Statten geht. Die humusartigen Körper reihen sich also als Nahrungsstoffe der Pflanzen den im bloßen Wasser löslichen Salzen an, sobald nur Ammoniak hinzutritt, wodurch sie aufgelöst werden.

In der Flüssigkeit, woraus Säuren die humusartigen Stoffe niedergeschlagen haben, sind noch Quellsäure und Quellsatzsäure enthalten, welche durch essigsaures Kupfer gefällt und quantitativ bestimmt werden können. Eine Auflösung jener Säuren giebt nämlich mit essigsaurem Kupferoxyd einen braunen Niederschlag von quellsatzsaurem Kupferoxyd, welcher ungefähr 50 pCt. Quellsatzsäure enthält. Aus der abfiltrirten Lösung wird bei einem Ueberschuß von essigsaurem Kupfer durch kohlensaures Ammoniak quellsaures Kupferoxyd niedergeschlagen, dessen Gehalt an Quellsäure zwischen

40 bis 70 pCt. beträgt. Die drei genannten Erdarten gaben auf diese Weise:

quellsatzsaures Kupferoxyd
1,865
1,228
0,701

quellsaures Kupferoxyd
0,774
1,901
1,260.

Auch diese beiden Säuren können, so wie sie in der Ackererde vorkommen, aus ihren unlöslichen Verbindungen mit Kalk und Eisenoxyd bei Zutritt von Ammoniak, Kali und Natron in unlösliche Salze übergehen.

Um über die Entstehung jener organischen fünf Hauptbestandtheile der Ackererde und ihren Einfluß auf das Pflanzenleben eine kurze Uebersicht zu geben, werden wir am besten mit den humusartigen Stoffen anfangen und darauf die quellartigen folgen lassen.

Vorerst muß ich indeß einige Worte über das Ammoniak voraufschicken, welches sowohl als Basis für die Vegetation von Bedeutung ist, indem es die fünf genannten Säuren auflöst und gleich den Pflanzenaschen als Dünger wirkt, wie auch als stickstoffhaltiger Körper, und zwar als der einzige, welcher in einer guten Ackererde vorkommt, besondere Beachtung verdient.

Daß dieses Ammoniak nicht aus der Atmosphäre durch das Regenwasser dem Boden zugeführt wird, folgt, wie mir scheint, aus den Versuchen von Liebig selbst (siehe S. 108). Die Quantität, welche die Atmosphäre davon enthält, ist noch nicht bestimmt und scheint auch so gering zu sein, daß sie keine genaue Bestimmung zuläßt; man hat Mühe, das Ammoniak überhaupt darin zu entdecken.

Es ist indessen eine allgemeine Eigenschaft des Stickstoffgases und also der atmosphärischen Luft, wo es in einem geschlossenen Raume mit faulenden und also Wasserstoff entbindenden Materien in Berührung kommt, mit dem Wasserstoff Ammoniak zu erzeugen. Darauf beruht die Salpeterbildung, welcher, wie Liebig richtig bemerkt, Ammoniakbildung voraufgeht.

Jene Bedingungen sind in der Ackererde gegeben, wo die eingeschlossene Luft mit feuchten faulenden organischen Stoffen in beständiger Berührung ist. Die atmosphärische Luft würde Salpeter erzeugen, wenn eine hinreichende Quantität Basen vorhanden wäre; dies würde sogar ohne faulende organische Körper geschehen. Auf Ceilon finden sich 22 natürliche Salpetergrotten, ohne daß organische Stoffe vorhanden sind, welche den Stickstoff liefern könnten. Der Stickstoff rührt von der in den Höhlen eingeschlossenen Luft her, und es wird dabei unter günstigen Verhältnissen selbst Wasser zersetzt, Ammoniak gebildet und letzteres an den Stellen, wo der Sauerstoff der Luft freier zutreten kann, zu Salpetersäure oxydirt, welche sich mit den Basen aus den Wänden der Grotten zu salpetersauren Salzen vereinigt.

Derselbe Proceß würde auch in der Ackererde vor sich gehen, wenn nicht organische Stoffe vorhanden wären, welche den Sauerstoff aufnehmen und die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure verhindern. In der porösen Erde, worin feuchte Luft eingeschlossen ist, vereinigt sich der Stickstoff nur mit dem Wasserstoff der organischen Körper, weil der Sauerstoff des Wassers und der Luft verbraucht wird, um jene höher zu oxydiren. Auf diese Weise entsteht aus dem ersten Zersetzungsprodukt organischer Stoffe, der Ulminsäure $C_{40}H_{28}O_{12}$, die Humussäure $C_{40}H_{24}O_{12} + 2H_2O$, und daraus Geinsäure $C_{40}H_{24}O_{14}$; auf dieselbe Weise wird auch letztere höher oxydirt zu Quellsalzsäure und Quellsäure, was weiter unten entwickelt werden soll.

Ich wiederhole, daß das Ammoniak in der Ackererde wie in den natürlichen Salpetergrotten auf Ceilon aus dem Stickstoff der atmosphärischen Luft gebildet wird und daß der Sauerstoff derselben, anstatt Salpetersäure zu erzeugen, die organischen Stoffe nach einander in Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure, Quellsalzsäure und Quellsäure verändert.

Ueber die Ammoniakbildung aus dem Stickstoff der Luft in der feuchten Ackererde habe ich an einem andern Orte (Scheik. Onderz., Deel. II.) ausführlicher gesprochen. Alle porösen Körper bilden Ammoniak, sobald Feuchtigkeit und Luft Zutritt haben und sie einer gewissen Temperatur ausgesetzt sind (S. 61 *). Daher das Ammoniak und der salpetersaure Kalk der Mauren feuchter Locale; auch die poröse Holzkohle enthält dadurch Ammoniak, woraus späterhin durch Oxydation der humusextraktartigen Stoffe, wovon Büchner gegen 2% in einer Holzkohle fand, in der Lukas Pflanzen gebaut hatte, quellsalzsaures Ammoniak entsteht.

Jene Ammoniakbildung von dem Stickstoff der Luft ist von Vielen geleugnet, hauptsächlich darum, weil der Stickstoff in höheren Temperaturen keine Verbindungen mit dem Wasserstoff eingeht. So richtig auch das Resultat jener Versuche ist, eben so unzweifelhaft bleibt es, daß sich der Stickstoff bei gewöhnlicher Temperatur unter mancherlei Umständen mit dem Wasserstoff vereinigt. Sein Indifferentismus in höherer Temperatur, seine Unfähigkeit, in der Glühhitze unmittelbar Verbindungen einzugehen, sei es mit Wasserstoff, oder Sauerstoff, ist durch viele Versuche bewiesen. Sein Verhalten gegen Kohle macht indessen eine Ausnahme. Wenn man Coaks in der atmosphärischen Luft mit Kali glüht, so erhält man Cyankalium.

Unter gewissen Umständen verbindet sich der Stickstoff

*) Siehe Kuhlmann über die Salpeterbildung. Annalen der Phaemacie, Bd. 29. S. 272, welcher die Ammoniakerzeugung vor der Salpeterbildung bereits im Jahre 1839 außer Zweifel gestellt hat.

auch mit Sauerstoff. B. v. Cavendish ließ elektrische Funken durch feuchte Luft hindurchschlagen und erhielt Salpetersäure; sie entsteht auch bei der Verbrennung von Wasserstoff, mit Stickstoff gemengt, in der Atmosphäre.

Für unsern gegenwärtigen Zweck genügt es zu wissen, daß sich der Wasserstoff im statu nascenti direkt mit dem Stickstoff zu Ammoniak vereinigt. Bringt man in eine mit atmosphärischer Luft gefüllte Flasche rothes Lackmuspapier und auf den Boden reine Eisenfeile, mit ein wenig Wasser befeuchtet, so färbt es sich alsbald blau. Während sich das Eisen mit dem Sauerstoff des Wassers vereinigt, verbindet sich der Wasserstoff mit dem Stickstoff oder Luft zu Ammoniak.

Eine ähnliche Ammoniakbildung geht auch in der Ackererde vor sich. Sie enthält atmosphärische Luft, also Stickstoff; und fortwährend wird Wasserstoff entwickelt (siehe weiter unten); es sind also alle Bedingungen zur Ammoniakbildung gegeben, wenn Cellulose, Holzsubstanz, Amylon u. s. w. sich in Huminsäure oder andere Bestandtheile des Bodens verwandeln.

Diese Ammoniakbildung aus den Bestandtheilen der Luft und des Wassers ist eins der wichtigsten Momente für das Wachsthum und das Gedeihen der Pflanzen; sie ist Ursache, daß die im Wasser unlöslichen organischen Bestandtheile des Bodens in einen löslichen Zustand übergehen und so den Pflanzen als organische Nahrungsstoffe dargeboten werden können, auch dann noch, wenn kein ammoniakhaltiger Dünger dem Boden mehr zugeführt wird, welcher die fünf genannten Säuren in leicht lösliche Ammoniaksalze verwandelt.

Die humusartigen Stoffe oder diejenigen, welche durch Alkalien aus der Ackererde ausgezogen und durch Säuren wieder gefällt werden, haben, welcher Erdart sie auch entnommen sein mögen, große Aehnlichkeit sowohl unter einander, als auch mit denjenigen Stoffen, welche durch manche

chemische Agentien aus den allgemein in dem Pflanzen- und Thierreiche verbreiteten Stoffen erzeugt werden. Wenn wir aus der Holzsubstanz, aus dem Amylon, Gummi und Zucker und aus dem Protein durch Fäulniß und eine Säure, und aus der Holzsubstanz auch durch Hitze (in dem Ruß der Schornsteine) immer dieselben chemischen Stoffe entstehen sehen, so ist dies ein unwiderlegbarer Beweis, daß Fäulniß, Säuren und Hitze gleiche Wirkung auf jene Körper äußern und also in ihrer chemischen Thätigkeit übereinkommen. Ist nun die Fäulniß ein chemischer Proceß und eine Erscheinung, welche unmittelbar nach dem Aufhören der individuellen Lebensthätigkeit erfolgt, so wird man von selbst zu dem Schluß geführt, daß auch die eigentliche Lebensthätigkeit durch chemische Actionen bedingt wird, die aber verschieden sind von denjenigen, welche wir mit dem Namen Fäulniß bezeichnen.

Ferner ist man zu dem Schluß berechtigt, daß, da unter so verschiedenen Bedingungen (Fäulniß und Einwirkung einer Säure) und aus so sehr verschiedenen Materien (Holzsubstanz und Protein, Amylon und Phloridzin *) dieselben Stoffe entstehen, alle jene ungleichartigen compleren Stoffe, Protein, Holzsubstanz, Amylon, Gummi, Zucker, Phloridzin und noch eine Menge anderer eine gleichartige Gruppirung der Moleküle besitzen oder daß darin eine Verbindung verborgen liegt, welche in der Humussäure und dem Humin als Prototyp angetroffen wird. Diese Betrachtungen zeugen wieder von der Einfachheit der Mittel, deren sich die Natur zur Erreichung allgemeiner Zwecke bedient.

In der Ackererde kommt ein humusartiger Stoff vor, welcher in Alkalien unauflöslich ist. Ein ähnlicher findet sich unter den Produkten der Einwirkung von Säuren auf Zucker u. s. w. Die Zusammensetzung des letzten Körpers ist

*) Huminsalpetersäure und Phloretinsalpetersäure sind identisch, beide sind **ouellsatzsaures Ammoniak** (Scheik. Onderz., Deel. II. p. 105).

bekannt; die des ersten ist aber schwer zu ermitteln, weil mit den unlöslichen Produkten der Fäulniß sehr leicht solche vermischt bleiben, welche anderer Art und schwer davon zu trennen sind; z. B. bei faulendem Holze noch unverweste Theile. Man hat übrigens Grund zu vermuthen, daß auch die in Alkalien unlöslichen Stoffe der Ackererde mit denen identisch sind, welche durch Säuren aus Zucker u. s. w. dargestellt werden.

Die in Alkalien löslichen humusartigen Verbindungen lassen sich ihrer Zusammensetzung nach in drei Gruppen vertheilen: die eine Gruppe enthält Kohlenstoff und die Elemente des Wassers (Huminsäure und deren Verbindungen), die andere mehr Wasserstoff als zur Wasserbildung erforderlich ist (Ulminsäure), und die dritte eine größere Menge Sauerstoff (Geïnsäure).

	C	H	O	H_2O	O
Ulminsäure aus Zucker durch Säuren dargestellt	40	28	12		
Ulmin aus Zucker	40	28	12	+ 2	
Ulminsäure aus langem Friesischen Torf	40	28	12	+ 4	
Huminsäure aus Zucker	40	24	12		
Humin aus Zucker	40	24	12	+ 3	
Huminsäure aus hartem Torf	40	24	12	+ 3	
Huminsäure aus einem gefaulten Baum	40	24	12	+ 4	
Huminsäure aus einer Art Ackererde	40	24	12	+ 4	
Huminsäure aus Ruß	40	24	12	+ 4	
Geïnsäure aus zwei Arten Ackererde	40	24	12	+ 3	+ 2
Huminsäure von einer Wiese	40	24	12	+ 2	
Huminsäure aus einer Art Ackererde	40	24	12	+ 5	

	C	H	O
Huminſäure aus Protein durch Salzſäure	40	24	12 *).

Faſt alle jene Stoffe ſind in der Ackererde mit Ammoniak verbunden und enthalten verſchiedene Quantitäten Waſſer, welches damit vereinigt bleibt, ſelbſt wenn man jene bei 140° trocknet. Sie ſind deshalb nicht für identiſch, aber doch für analoge Körper zu halten. Sie unterſcheiden ſich durch zufällige, nicht durch weſentliche Eigenſchaften. Man betrachte

*) Bulletin, 1840, p. 1.

Ulminſäure aus Zucker bei 195°.

	gef.	At.	ber.
C	68,95	40	68,98
H	4,23	28	3,94
O	26,82	12	27,08.

Ulmin bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	65,27	40	65,65
H	4,32	32	4,28
O	30,21	14	30,07

Ulminſäure aus langem Frieſiſchen Torf bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	61,85	40	62,62
H	4,79	36	4,62
O	33,36	16	32,76.

Humin aus Zucker bei 140°

	gef.	At.	ber.
C	64,67	40	64,44
H	4,32	40	3,94
O	31,01	15	31,62.

Huminſäure aus Zucker mit Silberoxyd verbunden bei 100°.

	gef.	At.	ber.
C	49,04	40	49,36
H	3,23	30	3,02
O	24,58	15	24,21
AgO	23,14	1	23,41.

Humusſaures Ammoniak aus hartem Frieſiſchen Torf bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	60,13	40	60,28
H	4,74	38	4,68
N	3,61	2	3,49
O	31,55	16	31,55

$= C_{40}H_{24}O_{12} + N_2H_6 + 4H_2O.$

ſie, inſofern ſie nämlich zu einer der drei genannten Gruppen: Ulminſäure, Huminſäure und Geinſäure gehören, gleich den verſchiedenen Zuckerarten, in denen unverkennbar die Verbindung: $C_{12}H_{18}O_9$ verborgen liegt, in denen aber nicht der ganze Waſſergehalt durch ſtärkere Baſen erſetzt werden kann (ſiehe Scheik. Onderz., Deel II. p. 88).

Prüfen wir nun die Art und Weiſe, wie die drei genannten Gruppen gebildet werden.

Humusſaures Ammoniak aus einem alten Weidenbaum bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	59,06	40	58,98
H	4,96	40	4,82
N	2,80	2	3,41
O	33,18	17	32,79

$= C_{40}H_{24}O_{12} + N_2H_6 + 5H_2O.$

Geinſaures Ammoniak aus Ackererde bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	57,37	40	58,00
H	4,43	38	4,48
N	3,23	2	3,37
O	34,93	18	34,15

$= C_{40}H_{24}O_{12} + 2N_2H_6 + 5H_2O.$

Humusſaures Ammoniak aus dem Boden einer Wieſe bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	57,16	40	56,63
H	5,38	46	5,32
N	6,11	4	6,56
O	31,35	17	31,49

$= C_{40}H_{24}O_{12} + 2N_2H_6 + 5H_2O.$

Humusſaures Ammoniak aus Garteneerde bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	57,87	40	57,72
H	4,98	42	4,97
N	3,52	2	3,34
O	33,53	18	33,97

$= C_{40}H_{24}O_{12} + N_2H_6 + 6H_2O.$

Humusſaures Ammoniak aus Protein durch Salzſäure bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	64,86	40	64,58
H	4,61	32	4,22
N	3,70	2	3,74
O	26,83	13	27,46

$= C_{40}H_{24}O_{12} + N_2H_6 + H_2O.$

Ulmin und Ulminsäure entstehen aus Cellulose, Amylon, Gummi und Zucker unter dem Einfluß von Säuren; gleichzeitig wird Ameisensäure erzeugt nach folgendem Schema:

	C	H	O
½ von 7 Aeq. Zucker	42	70	35
1 Aeq. Ulmin	40	32	14
1 Aeq. Ameisensäure	2	2	3
18 Aeq. Wasser		36	18
	42	70	35.

Daß eine ähnliche Veränderung stattfindet, wenn durch Fäulniß von Cellulose oder anderer indifferenter Stoffe Ulmin oder Ulminsäure gebildet wird, erleidet keinen Zweifel; dann kann übrigens keine Ameisensäure oder diese nicht allein entstehen, sondern es muß sich unter Aufnahme von zwei At. Sauerstoff Kohlensäure und Wasser ($2\,CO_2 + H_2O$) erzeugen. Eine ähnliche Veränderung erleiden jene Stoffe bei der Umwandlung in Humin und Huminsäure ($C_{40}H_{24}O_{12}$), welche häufiger als das Ulmin und die Ulminsäure in der Ackererde vorkommen. Aus dem Zucker z. B. entsteht durch Einwirkung von Säuren unter Absorption von Sauerstoff aus der Luft:

	C	H	O
½ von 7 Aeq. Zucker	42	70	35
1 Aeq. Humin	40	24	12
1 Aeq. Ameisensäure	2	2	3
22 Aeq. Wasser		44	22
	42	70	37.

In der Ackererde werden während der Fäulniß statt 2 At. Sauerstoff 4 At. aufgenommen und statt Ameisensäure Kohlensäure und Wasser gebildet.

Die Umwandlung des Zuckers während der Fäulniß in Humin oder Ulmin oder in die gleichnamigen Säuren beruht auf einer einfachen Umsetzung der Elemente. Die Bildung des Ulmins ist begleitet von der Aufnahme von 2 At. Sauerstoff, die des Humins von 4 At. und die der Geïnsäure von 6 At. Sauerstoff nach folgendem Schema:

	C	H	O
½ von 7 Aeq. Zucker + O_2	42	70	37
2 Aeq. Kohlensäure	2		4
19 Aeq. Wasser		38	19
1 Aeq. Ulmin	40	32	14
	42	70	37.

	C	H	O
½ von 7 Aeq. Zucker + O_4	42	70	39
2 Aeq. Kohlensäure	2		4
23 Aeq. Wasser		46	23
1 Aeq. Humin	40	24	12
	42	70	39.

	C	H	O
½ von 7 Aeq. Zucker + O_6	42	70	41
2 Aeq. Kohlensäure	2		4
23 Aeq. Wasser		46	23
1 Aeq. Geïnsäure	40	24	14
	42	70	41.

Von dem Amylon, Gummi, Inulin, der Moosstärke, Cellulose u. s. w. gilt dasselbe wie vom Zucker. Pflanzenschleim, Pektin und andere dahin gehörige, in den Pflanzen so allgemein verbreiteten Stoffe brauchen keinen Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen, wenn sie in Humin übergehen. Sie

bestehen aus $C_{12}H_{16}O_{10}$ und würden also nach dem obigen Schema geben:

	C	H	O
½ von 7 Aeq. Pektin	42	56	35
2 Aeq. Kohlensäure	2		4
16 Aeq. Wasser		32	16
1 Aeq. Humin	40	24	12
	42	56	32.

Es bleiben also noch 3 At. Sauerstoff übrig, so daß Cellulose, Amylon, Zucker u. s. w., mit einer gewissen Quantität Pektin oder Schleim gemengt, Humus würden erzeugen und Kohlensäure an die Atmosphäre abgeben können, ohne Sauerstoff aus derselben aufzunehmen.

Jene indifferenten Stoffe machen die Hauptmasse der Pflanzen aus. Daß sie auf die eben angegebene Weise zersetzt werden, ist mehr als wahrscheinlich. Von manchen organischen Verbindungen läßt sich die Art der Zersetzung bei der Humusbildung nicht mehr mit Wahrscheinlichkeit angeben, bei anderen indessen noch mit ziemlicher Sicherheit nachweisen; aber das mitgetheilte Beispiel der allgemein verbreiteten indifferenten Pflanzenstoffe mag hier genügen.

Von einem der Hauptbestandtheile sowohl des thierischen Körpers als der Pflanzen, von dem Protein, ist die Humuserzeugung sehr einfach. Sie geschieht unter Einfluß der Salzsäure und des Sauerstoffs der Luft, wie folgt *):

	C	H	N	O	Cl
1 Aeq. Protein	40	62	10	12	
4 Aeq. Salzsäure		8			8
4 Aeq. Sauerstoff				4	
	40	70	10	16	8

*) Bulletin 1840, p. 74.

Daraus entsteht:

	C	H	N	O	Cl
1 Aeq. Humin	40	30		15	
1 Aeq. Ammoniak		6	2		
1 Aeq. Wasser		2		1	
4 Aeq. Chlorammonium		32	.8		8
	40	70	10	16	8.

Bei der Humusbildung aus Protein entsteht ebenfalls Humin und Ammoniak unter Aufnahme von 4 At. Sauerstoff aus der Luft:

	C	H	N	O
1 Aeq. Protein + O_4	40	62	10	16
1 Aeq. Humin	40	30		15
1 Aeq. Wasser		2		1
5 Aeq. Ammoniak		30	10	
	40	62	10	16.

Die übrigen Bestandtheile des Thierkörpers sind in dieser Beziehung nicht untersucht; man weiß also von ihnen nicht, welche Veränderung sie in der Erde während der Humusbildung erleiden.

Obgleich die Zersetzungsprodukte der organischen Stoffe nach Verschiedenheit der Umstände verschieden sind, und die obigen Schemata die Zersetzung nur für einen einzigen bestimmten Fall darstellen, so folgt doch aus dem Angeführten, daß die verschiedenen Produkte des Pflanzen- und Thierreichs, und besonders die Hauptbestandtheile derselben sowohl unter dem Einfluß chemischer Agentien, als auch während der Fäulniß in der Erde dieselben Stoffe erzeugen, welche den wichtigsten Bestandtheil des Bodens der schwarzen Erdschicht ausmachen.

Die Ulminsäure, Huminsäure und Geïnsäure, auf welche

Art sie gebildet sein mögen, besitzen das Vermögen, Ammoniak und Wasser bis zu mehreren Procenten zu absorbiren. Das Wasser läßt sich erst wieder bei höherer Temperatur austreiben. Die Quantität, welche bei 140° entweicht, beträgt bei verschiedenen Humin- und Ulminarten zwischen 8 und 16 % *). Erst bei 195° sind jene Körper wasserfrei. Dieses starke hygroskopische Vermögen befördert das Wachsthum der Pflanzen bedeutend. In der Ackererde kommt die Humin- und Geïnsäure immer mit Ammoniak verbunden vor; alles Ammoniak, welches bei der Fäulniß stickstoffhaltiger Körper (Protein der Pflanzen und Thiere) entwickelt oder aus den Bestandtheilen der Luft und des Wassers in der porösen Erde erzeugt wird, vereinigt sich mit der Humin- oder Geïnsäure zu humussaurem oder geïnsaurem Ammoniak. Es finden sich davon in verschiedenen Arten der Ackererde verschiedene Modificationen. Die bei 140° getrockneten humussauren und geïnsauren Ammoniaksalze verschiedener Erd- und Torfarten gaben folgende Zusammensetzung:

Torf	$C_{40}H_{24}O_{12}$	+	N_2H_6	+	4	H_2O		
Verfaulter Baum	id.	+	N_2H_6	+	5	H_2O		
Erde aus einem Baumgarten	id.	+	2 N_2H_6	+	4	H_2O	+	2 O
Gartenerde	id.	+	2 N_2H_6	+	4	H_2O	+	2 O
Erde von einer Wiese	id.	+	2 N_2H_6	+	5	H_2O		
Gartenerde, worin Eichen wachsen	id.	+	N_2H_6	+	5	H_2O		
Gartenerde, worin Johannisbeersträuche wachsen	id.	+	N_2H_6	+	6	H_2O.		

Das Vermögen der Ulminsäure, Huminsäure und Geïnsäure, Ammoniak zu condensiren, ist so stark, daß man in

*) Bulletin 1840, p. 10, 47, 50.

der aus Zucker durch Salzsäure dargestellten Säure fast immer Ammoniak findet, wenn man nicht sorgfältig den Zutritt der Luft verhindert. Ammoniak, auf die oben (S. 155) angegebene Weise entstanden, ist immer in der Atmosphäre enthalten und verbindet sich ebenso mit der Geïn-, Humin- und Ulminsäure, wie es die Salzkrusten an dem Halse einer Phosphorsäure-Flasche und die schwerere Flüssigkeit an dem Halse einer Salpetersäure-Flasche erzeugt. Von jener Eigenschaft hat sich ohne Zweifel Hermann irreführen lassen, als er behauptete, daß die Huminsäure aus Zucker Stickstoff enthalte *). Sie erklärt eine sehr wichtige Funktion der Ackererde, Ammoniak zu condensiren und so den Pflanzen den Stickstoff zu liefern; ferner die Fähigkeit derselben, das bei der Verwesung stickstoffhaltiger Körper erzeugte Ammoniak zurückzuhalten; und endlich die Beförderung der Vegetation durch stickstoffhaltigen Dünger.

Durch das Ammoniak wird auch die Geïn-, Humin- und Ulminsäure der Ackererde in den löslichen Zustand versetzt und auf diese Weise befähigt, gleich den unorganischen Salzen, den Sulphaten, Chlorüren u. s. w. der Alkalien von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen zu werden. Das Ammoniak reiht sich also als Basis an das Kali, die Magnesia, das Natron, den Kalk, das Eisen- und Manganoxyd des Bodens, welche zusammen eine große Reihe Ulmate, Humate und Geate bilden, deren einige im Wasser löslich, andere unlöslich sind.

In dem Maaße, als das Ammoniak in größerer Quantität vorhanden ist, werden andere Basen, wie Eisen- und Manganoxyd dadurch ersetzt, und also aus unlöslichen oder schwer löslichen Verbindungen leicht lösliche Ammoniaksalze

*) Journal für praktische Chemie 1841. Erster Band, Seite 68. Die ganze Untersuchung von Hermann in diesem und den folgenden Theilen 1841, Th. II. p. 375 und 1842, Th. I. p. 189 trägt in sich selbst den Beweis der Unrichtigkeit seiner Resultate.

der Gein-, Humin- und Ulminsäure gebildet. Je mehr Ammoniak gebende Stoffe also in dem Boden verwesen, um so mehr lösliche Salze wird er enthalten.

So viel über die humusartigen Stoffe der Ackererde, d. h. über diejenigen, welche durch Alkalien aus derselben ausgezogen und aus den alkalischen Lösungen durch Säuren wieder gefällt werden. Sie enthält noch zwei andere nicht minder wichtige Bestandtheile, nämlich die Quellsäure und Quellsatzsäure, welche beide in der Natur nie im freien Zustande, aber gleich den humusartigen Stoffen als Doppelsalze von Ammoniak, Kali, Natron, Kalk, Magnesia oder Eisenoxyd vorkommen und als solche zum Theil löslich, zum Theil unlöslich sind, aber immer durch Ammoniak löslich gemacht werden können.

Die Zusammensetzung dieser Säuren ist folgende:

Quellsatzsäure = C_{48} H_{24} O_{24}

Quellsäure = C_{24} H_{24} O_{16}

Sie verbinden sich innig mit Ammoniak, so daß sie den Charakter einer viergliedrigen organischen Verbindung annehmen. Durch Behandlung mit Kali bei höherer Temperatur verlieren sie übrigens den Ammoniakgehalt völlig. Aber außer mit dem Ammoniak sind jene Säuren in dem Boden noch mit anderen Basen verbunden, und zwar so, daß das Ammoniaksalz fast immer den einen Bestandtheil von einem Doppelsalze der Quellsatzsäure oder Quellsäure mit Kali, Natron, Kalk, Magnesia oder Eisenoxyd ausmacht.

Aus den drei oben (S. 153.) erwähnten und anderen Erdarten sind die folgenden Apocrenate und Crenate erhalten, und zwar in der Form von Doppelsalzen der Säuren mit Ammoniak und Kupfer. Jene Säuren haben dies mit der Ulmin-, Humin- und Geinsäure gemein, daß sie sich äußerst schwer trocknen lassen, und daß sie bei gleicher Temperatur getrocknet, eine verschiedene Quantität Wasser zurückhalten, und zwar eine um so größere Menge, je kleiner

die damit verbundene Menge Basis ist. Die Analyse der aus den genannten Erdarten dargestellten Apocrenate von Ammoniak und Kupferoxyd gab für die organischen Bestandtheile folgende Zusammensetzung:

$$C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + 1\frac{1}{2}\ N_2\ H_6 + 5\ Aq.$$
$$C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + \frac{1}{2}\ N_2\ H_6 + 10\ Aq.\ *).$$

---

*) Scheik. Onderz, Deel II, p. 99.

Quellsatzsaures Ammoniak aus zwei verschiedenen Erdarten bei 140°

	gef. I.	gef. II.	At.	ber.
C	51,89	50,83	48	51,66
H	3,75	4,16	43	3,78
N	3,37	4,09	3	3,74
O	40,99	40,92	29	40,82

$= C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + 1\frac{1}{2}\ N_2\ H_6 + 5\ H_2\ O$

Quellsatzsaures Ammoniak aus zwei anderen Erdaeten bei 140°.

	gef. I.	gef. II.	At.	ber.
C	48,37	48,18	48	49,24
H	3,90	4,04	47	3,94
N	1,11	1,48	I	1,19
O	46,62	46,30	34	45,63

$= C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + \frac{1}{2}\ N_2\ H_6 + 10\ H_2\ O$

Quellsatzsaures Ammoniak aus Huminsäuee (aus Zucker) duech Salpeteesäure bei 110°.

	gef.	At.	ber.
C	53,43	48	55,10
H	3,49	34	3,19
N	2,98	2	2,66
O	39,10	26	39,09

$= C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + N_2\ H_6 + 2\ H_2\ O$

Neutrales quellsatzsaueeS Ammoniak-Bleioxyd bei 110°.

	gef.	At.	ber.
C	28,97	48	29,98
H	1,88	34	1,73
N	1,80	2	1,45
O	22,67	26	21,20
PbO	44,68	4	45,64

$= C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + N_2\ H_6 + 4\ PbO + 2\ H_2\ O$

Wasserfreie Quellsatzsäure.

	gef.	At.	ber.
C	59,06	48	59,00
H	2,87	24	2,41
O	38,07	24	38,59

Die Quellsatzsäure ist eine fünfatomige Säure und kann sich also entweder mit fünf Aeq. Wasser oder mit eben so viel einer anderen Basis vereinigen. Dies gilt wenigstens von der künstlich dargestellten Säure. Diejenige, welche in der Ackererde vorkommt, kann vielleicht eben so wie die Humussäuren mehrere Aeq. Wasser und also auch mehrere Aeq. Basis aufnehmen.

Künstlich wird die Quellsatzsäure auf verschiedene Weise dargestellt; zwei dieser Methoden sind besonders für unsere gegenwärtigen Betrachtungen von Interesse.

Wenn Salpetersäure auf Humussäure, gleichgültig welches Ursprungs sie sei, oder auf Holzkohle einwirkt, so entsteht quellsatzsaures Ammoniak. Es ist daher in allen Fällen, wo Salpetersäure aus organischen Stoffen Humussäure erzeugen kann, das Endprodukt der Zersetzung. Phloridzin z. B. wird durch verdünnte Salpetersäure in Phloretin

---

Quellsaures Ammoniak aus Ackererde bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	44,98	24	45,50
H	5,50	34	5,27
N	3,88	2	4,41
O	45,64	18	44,73

$= C_{24}H_{24}O_{16} + N_2H_6 + 2H_2O.$

Quellsaures Ammoniak aus einer anderen Erdart bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	45,77	24	45,53
H	5,35	31	5,11
N	1,94	1	2,20
O	46,94	18	47,16

$= 2\,(C_{24}H_{24}O_{16} + H_2O) + N_2H_6 + H_2O$

Quellsäure aus einer dritten Erdart bei 140°.

	gef.	At.	ber.
C	46,87	24	46,78
H	4,97	30	4,77
O	48,16	19	48,45

$= C_{24}H_{24}O_{16} + 3H_2O.$

Die Apocrenate und Crenate, aus Ackererde erhalten, deren Zusammensetzung so eben mitgetheilt ist, wurden, wie die Quellsäure, mit Kupferoxyd verbunden.

und Traubenzucker verwandelt, der Traubenzucker in Humusſäure und dieſe endlich in quellſatzſaures Ammoniak. Phloridzin, anhaltend mit Salpeterſäure behandelt, giebt alſo Quellſatzſäure in Verbindung mit Ammoniak:

$$C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + N_2\ H_6 + 2\ H_2\ O$$

Dies iſt die Zuſammenſetzung einer Verbindung, welche durch Einwirkung von Salpeterſäure auf Humusſäure (aus Zucker, Ackererde und Torf) dargeſtellt und bei 140° getrocknet iſt. Derſelbe Stoff mit Ammoniak geſättigt und bei 120° getrocknet gab:

$$C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + 3\ N_2\ H_6 + 3\ Aq.$$

Ein Bleiſalz, erhalten durch Fällen von neutralem eſſigſauren Blei mit neutralem quellſatzſauren Ammoniak, hatte bei 110° getrocknet die Zuſammenſetzung:

$$C_{48}\ H_{24}\ O_{24} + N_2\ H_8\ O + 4\ PbO,\ aq.$$

Das letzte Aeq. Waſſer kann wahrſcheinlich bei höherer Temperatur noch ausgetrieben werden, aber da dies Salz ſchwer zu trocknen iſt und leicht zerſetzt wird, ſo habe ich den Verſuch unterlaſſen.

Die künſtliche Säure mag demnach für eine fünfbaſiſche gehalten werden. Sie gehört, wie die Ulminſäure, Huminſäure und Geinſäure zu den gallertartigen Stoffen, welche wie die Thonerde ſich gegen Waſſer, Baſen und Säuren unter verſchiedenen Umſtänden verſchieden verhalten, eine Eigenſchaft, vermöge welcher ſie ſowohl eine bedeutende Menge Waſſer aufnehmen, als auch ſich mit verſchiedenen Baſen gleichzeitig verbinden kann. Durch die Eigenthümlichkeit, fünfbaſiſch zu ſein, werden unlösliche Apocrenate, z. B. von Eiſenoxyd, im Waſſer löslich gemacht, indem ſie ſich mit löslichen Apocrenaten zu Doppelſalzen vereinigen; und dadurch wird den Pflanzen mit den vier organiſchen Elementen zugleich eine Reihe von Baſen in den verſchiedenſten Verhältniſſen zugeführt. Aus dem genannten Grunde giebt es alſo Apocrenate von folgender Zuſammenſetzung, welche

alle im Wasser löslich sind und in der Ackererde vorkommend den Pflanzen als Nahrungsstoffe dienen:

$C_{48}H_{24}O_{24} + 5N_2H_8O$
$C_{48}H_{24}O_{24} + 4N_2H_8O + KO$
$C_{48}H_{24}O_{24} + 3N_2H_8O + KO,CaO$
$C_{48}H_{24}O_{24} + 2N_2H_8O + KO,CaO,MgO$
$C_{48}H_{24}O_{24} + N_2H_8O + KO,CaO,MgO,FeO.$

Deshalb ist die Quellsatzsäure für die Vegetation von unberechenbarem Werthe und nimmt in dieser Beziehung unzweifelhaft einen weit höhern Rang ein, als die humusartigen Säuren.

Während durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Humussäure, Ulminsäure oder Geinsäure quellsatzsaures Ammoniak gebildet wird, entsteht gleichzeitig Ameisensäure und Oxalsäure, z. B. aus zwei Aeq. Humussäure und N_2O_{44} der Salpetersäure.

		$C_{80}H_{60}N_2O_{74}$
1 Aeq.	Quellsatzsäure	$C_{48}H_{24}$ O_{24}
1 Aeq.	Ammoniak	H_6 N_2
24 Aeq.	Ameisensäure	$C_{24}H_{24}$ O_{36}
4 Aeq.	Oxalsäure	C_8 O_{12}
2 Aeq.	Wasser	H_4 O_2
		$C_{80}H_{60}N_2O_{74}$.

Bei dieser Einwirkung der Salpetersäure, welche meist sehr heftig ist, entwickelt sich immer eine große Menge Stickoxydgas.

Auf ähnliche Weise geschieht die Bildung der Quellsatzsäure in der Ackerkrume, nur daß natürlicher Weise anstatt der Oxalsäure und Ameisensäure Kohlensäure entsteht. Das Ammoniak des Bodens, durch die darin eingeschlossene Luft und unter dem Einfluß faulender organischer Stoffe und des Wassers gebildet, kann sich zu Salpetersäure oxydiren, und dies geschieht auch ohne Zweifel bei Gegenwart der zur

Nitrification erforderlichen Baſen. Lange Zeit bereitete man den Salpeter in manchen Gegenden Aegyptens, Indiens u. ſ. w. ausſchließlich durch Auslaugen des Bodens.

Der Sauerſtoff der in dem Erdboden enthaltenen Luft orydirt den Waſſerſtoff und Stickſtoff des aus den Beſtandtheilen der Luft gebildeten Ammoniaks und erzeugt daraus Waſſer und Salpeterſäure. Aber letztere trifft in der Ackererde ſogleich einen Stoff, die Humusſäure oder das Humin, welcher unter ihrem Einfluß in quellſatzſaures Ammoniak und Kohlenſäure (anſtatt der Ameiſenſäure und Oxalſäure) verwandelt wird. Jene Umwandlung der Humusſäure in Quellſatzſäure geſchieht gleich der voraufgehenden Ammoniakbildung immer nur zu kleinen Theilen.

Um ein Aeq. Quellſatzſäure zu erzeugen, ſind 2 Aeq. Huminſäure, 1 Aeq. Ammoniumoxyd und 76 Aeq. Sauerſtoff erforderlich.

	$C_{80}H_{36}N_2O_{101}$
1 Aeq. Quellſatzſäure	$C_{48}H_{24}\ O_{24}$
1 Aeq. Ammoniak	$H_6\ N_2$
32 Aeq. Kohlenſäure	$C_{32}\quad O_{64}$
13 Aeq. Waſſer	$H_{26}\ O_{13}$
	$C_{80}H_{36}N_2O_{101}$.

Das Ammoniak des humusſauren Ammoniaks wird bei jener Zerſetzung einfach auf die Quellſatzſäure übertragen, aber es erfüllt einen Zwiſchendienſt, es muß nämlich Sauerſtoff binden. Das Beſtreben des Ammoniaks zur Salpeterbildung veranlaßt den Sauerſtoff der in dem Boden eingeſchloſſenen Luft ſich mit den Elementen der Humusſäure zu vereinigen, während es ſelbſt unverändert bleibt, die Ackerkrume nicht verläßt und auch nicht zu Salpeterſäure orydirt wird. Wo kein Ueberſchuß von organiſchen Stoffen vorhanden iſt, da wird bei feuchter Luft und bei Gegenwart von Kalk, Magneſia oder Kali aus dem Ammoniak Salpe-

tersäure erzeugt; wo aber die Basen nicht das Uebergewicht haben, sondern im Gegentheil die organischen Körper, da entsteht durch Verwesung Huminsäure, und gleichzeitig aus dem Stickstoff der Luft Ammoniak und endlich quellsatzsaures Ammoniak, Kohlensäure und Wasser.

Die Erzeugung des quellsatzsauren Ammoniaks durch Oxydation des humussauren Ammoniaks geht bei der Sommerwärme in dem Boden (außer in der obersten der Luft bloßgestellten Schicht) unaufhörlich vor sich; die kleinste Menge davon wird, wenn genug Wasser vorhanden ist, als eine Doppelverbindung mit Ammoniak und andern festen Basen von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen; und in dem Maaße als dem Boden auf diese Weise die quellsatzsauren Salze entzogen werden, bilden sich aus der im Uebermaaß vorhandenen Humussäure und dem Humin stets wieder neue Quantitäten.

Die Bildung der Quellsatzsäure kann also in einem gewissen Sinne eine organische Nitrification genannt werden*).

Bis jetzt haben wir bloß die Humussäure bei der Erzeugung der Quellsatzsäure in Betracht gezogen. Die Existenz eines Körpers, welcher anstatt: $C_{40}H_{24}O_{12}$ die Zusammensetzung: $C_{40}H_{24}O_{14}$ hat, nämlich die Geinsäure, macht es wahrscheinlich, daß nicht die Huminsäure unmittelbar, sondern vielmehr die Geinsäure in Quellsatzsäure übergeht, und daß also die Stoffe in folgender Ordnung aufeinander folgen: Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure, Quellsatzsäure.

Diese Reihe wird durch eine vierte sehr wichtige Substanz, das Endprodukt der Oxydation organischer Stoffe, bevor sie ganz in Kohlensäure und Wasser zerfallen, geschlossen, nämlich die Quellsäure.

Die Zusammensetzung derselben ist wie wir oben sahen: $C_{24}H_{24}O_{16}$. Sie kommt ebenfalls mit Ammoniak verbunden

*) Die Thatsachen, worauf sich jene Ideen stützen, findet man in den Scheik Onderz., Deel II.

in der Ackerkrume vor und bildet auch in Wasser lösliche Doppelsalze *). Sie findet sich nebst quellsatzsauren Salzen in allen Arten von Wasser, welches mit organischen Stoffen der Ackerkrume in Berührung gewesen ist. Im Quellwasser fand Berzelius sie zuerst, später auch im Sumpf- und Moorwasser. In Verbindung mit Kupferoxyd enthält das quellsaure Ammoniak, so wie es auf die oben (p. 157) angegebene Weise aus der Ackerkrume erhalten wird, in Uebereinstimmung mit der Quellsatzsäure, Wasser und Ammoniak in variirenden Mengen. Die untersuchten Erdarten gaben nach Abzug des Kupferoxyds.

$$C_{24}H_{24}O_{16} + N_2H_8O + aq.$$
$$2(C_{24}H_{24}O_{16}) + N_2H_8O + 2aq.$$

Nach der Bestimmung des Atomgewichts der Quellsäure von Berzelius ist sie eine vierbasische Säure und bildet die folgende Reihe von Salzen:

$$C_{24}H_{24}O_{16} + 4N_2H_8O$$
$$C_{24}H_{24}O_{16} + 3N_2H_8O,KO$$
$$C_{24}H_{24}O_{16} + 2N_2H_8O,KO,CaO$$
$$C_{24}H_{24}O_{16} + N_2H_8O,KO,CaO,MgO.$$

Ebenso wie bei den quellsatzsauren Salzen muß die Quantität des quellsauren Ammoniaks in jenen Salzen um so größer sein, je mehr Ammoniak erzeugt wird.

Nach Berzelius entsteht die Quellsatzsäure aus der Quellsäure leicht bei Einwirkung der atmosphärischen Luft. Dabei wird Sauerstoff aufgenommen und Wasser gebildet.

	C	H	O
2 Aeq. Quellsäure	48	48	32
1 Aeq. Quellsatzsäure	48	24	24
+4O aus der Luft		24	12.

Aber umgekehrt hat Berzelius beobachtet, daß Salpetersäure aus Quellsatzsäure Quellsäure erzeugen kann.

*) Siehe die Note S. 174.

	C	H	O
1 Aeq. Quellsatzsäure	48	24	24
1 Aeq. Quellsäure	24	24	16
	24		8
Sauerstoff der Salpetersäure			40
24 Aeq. Kohlensäure	24		48

Bei der fortwährenden Neigung zur Nitrification in dem Erdboden verwandelt sich die Quellsatzsäure allmälig in Quellsäure; damit schließt sich die Reihe der Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure und Quellsatzsäure. In der obersten Erdschicht dagegen, wo die Luft nicht abgeschlossen ist, und die Neigung zur Salpeterbildung also nicht mehr besteht, muß im Gegentheil die Quellsäure wieder in Quellsatzsäure zurückgeführt werden.

Alles, was über die Entstehung der Quellsatzsäure und Quellsäure aus Ulmin-, Humin- und Geinsäure, unter dem Einfluß der Wärme und feuchter abgeschlossener Luft, gesagt ist, gilt auch für die Holzkohle und im Allgemeinen für alle kohlenartigen Körper. Bekanntlich entsteht aus Kohle durch Einwirkung der Salpetersäure Quellsatzsäure. Es wird daher von selbst einleuchten, wie die Holzkohle das Wachsthum der Pflanzen befördern muß, da bei der sogenannten organischen Nitrification in der feuchten Kohle aus atmosphärischer Luft erst Ammoniak und vermöge dessen Bestreben, sich zu oxydiren, Wasser und Salpetersäure erzeugt wird, welche letztere die Kohle in Quellsatzsäure und Ammoniak und endlich die Quellsatzsäure durch fortschreitende organische Nitrification in Quellsäure verwandelt. Es liegt daher nichts Befremdendes in der Anwendung von feuchter Kohle mit Holzasche gemengt als Düngungsmittel.

Wir können diese kurze Entwickelung der Proceſſe, welche in der Ackererde vor sich geben, beschließen; sie sind an und für sich deutlich genug.

Noch ein Gegenstand bleibt uns indessen übrig, welcher Beachtung verdient. Die Ulminsäure entsteht aus organischen, z. B. indifferenten Stoffen, unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, also aus Cellulose, Amylon u. s. w.

	C	H	O
2 Aeq. Cellulose	48	84	42
1 Aeq. Ulminsäure	40	28	12
8 Aeq. Kohlensäure	8		16
14 Aeq. Wasser		28	14
	48	56	42.

Von den 84 At. Wasserstoff bleiben 28 At. übrig, wenn bei Fäulniß oder Verwesung Ulminsäure, Kohlensäure und Wasser aus Cellulose entsteht. Dieser Wasserstoff im statu nascenti unterstützt die Ammoniakbildung aus dem Stickstoff der Atmosphäre. Dasselbe findet bei der Erzeugung der Quellsatzsäure und Quellsäure Statt.

	C	H	O
2 Aeq. Huminsäure	80	48	24
1 Aeq. Quellsatzsäure	48	24	24
	32	24.	

Wird durch 64 Aeq. Sauerstoff aus der Luft aller Kohlenstoff zu Kohlensäure oxydirt, so bleiben wiederum 24 At. Wasserstoff übrig.

Es verdient Beachtung, daß bei der Verwandlung der allgemein in dem Pflanzenreich vorkommenden Stoffe in Bestandtheile der Ackererde, also bei der Verwesung von Cellulose, Amylon, Gummi, Zucker u. s. w. stets Wasserstoff frei wird. Aus allen diesen Körpern entsteht zuerst Ulminsäure, welche sich in Huminsäure verwandelt; hieraus wieder Quellsatzsäure und endlich Quellsäure. Jene Reihe von Veränderungen muß durchlaufen werden, ehe die organi-

schen Stoffe sich in Kohlensäure und Wasser zersetzen. Dieser ganze Proceß beruht auf einer einfachen Oxydation und ist also, wenn man will, eine langsame Verbrennung. Es ergiebt sich aus der Zusammensetzung der genannten fünf Stoffe, daß bei der Humusbildung immer eine neue Quantität Sauerstoff gebunden wird.

Ulmin und Ulminsäure	C_{40}	H_{28}	O_{12}
Sauerstoff aus der Luft			O_2
Humin und Huminsäure	C_{40}	H_{24}	O_{12}
2 Aeq. Wasser		H_4	O_2
Humin und Huminsäure	C_{40}	H_{24}	O_{12}
Sauerstoff aus der Luft			O_2
Geïnsäure	C_{40}	H_{24}	O_{14}

Denken wir uns aus Cellulose gleichzeitig Ulminsäure, Quellsatzsäure und Quellsäure gebildet:

	C	H	O
Ulminsäure	40	28	12
Quellsatzsäure	48	24	24
Quellsäure	24	24	16
	C_{112}	H_{76}	O_{52}

Unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure und Wasser bleiben 60 At. Wasserstoff übrig:

	C	H	O
5 Aeq. Cellulose	120	210	105
Ulmin-, Quell- und Quellsatzsäure	112	76	52
37 Aeq. Wasser		74	37
8 Aeq. Kohlensäure	8		16
60 At. Wasserstoff		60	
	C_{120}	H_{210}	O_{105}

Wie man sich die Zersetzung von Cellulose, Amylon,

Gummi, Zucker u. ſ. w. auch vorſtellen mag, immer bleibt Waſſerſtoff übrig.

Ein paar Beiſpiele mögen dies noch erläutern. Denken wir uns Ulminſäure ſich in Quellſäure verwandeln.

	C	H	O
Ulminſäure	40	28	12
36 Sauerſtoff aus der Luft			36
	40	28	48
Quellſäure	24	24	16
16 Kohlenſäure	16		32
4 At. Waſſerſtoff		4	
	40	28	48

Oder laſſen wir allen Kohlenſtoff der Ulminſäure, Quellſatzſäure und Quellſäure ſich orydiren:

	C	H	O
Ulminſäure	40	28	12
Quellſatzſäure	48	24	24
Quellſäure	24	24	16
	112	76	52
172 Sauerſtoff aus der Luft			172
	112	76	224
112 Kohlenſäure	112		224
76 Waſſerſtoff		76	
	112	76	224

Dieſer Waſſerſtoff orydirt ſich ohne Zweifel größtentheils zu Waſſer; aber im Moment des Freiwerdens befördert er die Ammoniakbildung aus dem Stickſtoff der Luft und dadurch bei der wirklichen Salpeterbildung die leztere, in der Ackerkrume aber die Entſtehung der Quellſatzſäure und Quellſäure.

Aus dem Obigen geht deutlich hervor, daß die Beobachtung von Sauſſure unmöglich richtig ſein kann, nach

welcher eine Ackererde ebenso viel Kohlensäure giebt, als sie Sauerstoff aufnimmt. Dieser Behauptung widerspricht die Gegenwart der Ulminsäure, Quellsatzsäure und Quellsäure.

Wir nähern uns also der wichtigen Frage, ob die Pflanzen organische Stoffe aus dem Boden aufnehmen, als quellsaure, quellsatzsaure, geinsaure, huminsaure und ulminsaure Salze, oder ob sie allein von Kohlensäure, Ammoniak und Wasser leben, oder ob beides gleichzeitig geschieht. Hier eine ausführliche Entwickelung geben zu wollen von Allem, was darüber bekannt ist, wäre unzweckmäßig; dies gehört in den Abschnitt über die Ernährung der Pflanzen. Wir wollen hier nur andeuten, was den Pflanzen außer den bis jetzt besprochenen Stoffen, die in der Ackerkrume nie fehlen, von der Atmosphäre und dem Boden dargeboten wird; was sie also außer jenen würden assimiliren können, und wollen später untersuchen, welche Stoffe sie wirklich aufnehmen und auf welche Weise Pflanzentheile daraus gebildet werden.

Die schwarze Erdschicht ist, was ihre organischen Bestandtheile betrifft, aus unlöslichem Ulmin und Humin und aus löslichen Ulmaten, Humaten, Geaten, Apocrenaten und Crenaten von Ammoniak, Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd zusammengesetzt. Man nahm bis vor kurzer Zeit ganz allgemein an, daß die Humussäure der Hauptnahrungsstoff der Pflanzen sei; daß sie sich unter gewissen Umständen im Wasser löse, daß die Wurzeln der Pflanzen jene Auflösung aufnehmen können, und daß die Pflanze daraus neue organische Produkte erzeuge. Die Humussäure ist nämlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, also aus dreien der vier organischen Grundstoffe. Das vierte Element, der Stickstoff, machte einige Schwierigkeit; man fand es nicht in der aus Zucker dargestellten Säure, und man übersah es in der Säure, welche in der Ackerkrume vorkommt (Sprengel). Bousſingault nahm an, der Stickstoff würde in dem Boden aus der atmosphärischen Luft

condenſirt; aber er unterließ zu zeigen, auf welche Weiſe dies geſchehe.

Nach einer früheren Vorſtellung ſollten die Pflanzen alle ihre Nahrungsſtoffe aus dem Boden entnehmen, dagegen ſtritten indeß ſehr viele Beobachtungen. Es leben viele Pflanzen ganz in der Atmoſphäre; andere haben ihre Wurzeln zwar in einen Boden befeſtigt, aber in eine ſolche Erde, die an auflöslichen organiſchen Stoffen zu arm iſt, als daß ſie dadurch ernährt werden könnten. Bekanntlich werden von einem guten Marſchboden, deſſen organiſche Beſtandtheile höchſt unbedeutend ſind, jährlich mehrere tauſend Pfunde von Früchten geerntet, während dem Boden entweder gar kein Dünger, oder nur ſehr wenige organiſche Stoffe zugeführt werden. Iſt denn ein ſolcher Boden unerſchöpflich an organiſchen Materien? Das Ungereimte einer ſolchen Annahme liegt auf der Hand. Der Heideboden liefert davon noch ein deutlicheres Beiſpiel. Eine dürre Sandfläche mit einer dünnen Schicht organiſcher Körper bedeckt, wird umgepflügt und mit Spark (sparren)? beſäet. Dies genügt, um nach einigen Jahren den Boden mit einer dicken Lage organiſcher Stoffe bedeckt zu finden. Es entziehen ihm alſo die Pflanzen letztere nicht, ſondern im Gegentheil, ſie führen ihm dieſelben zu.

Erwägen wir ferner, daß der Weinſtock in einer Handvoll Erde freudig gedeiht, welche oft künſtlich in die Felſenwinkel geſchafft iſt; daß viele Cakteën ſich auf den nackten Felſen feſtſetzen, wo ſie keine Spur einer fruchtbaren Erde finden und daſelbſt fortleben; daß manche Orchideën wahre Luftpflanzen ſind und keines ſogenannten Bodens bedürfen; daß in den Wäldern, welche ohne den geringſten Erſatz jährlich viele tauſend Pfunde für den Bedarf der Menſchen hergeben, die Quantität der organiſchen Stoffe, welche den Boden bedecken, ſtets zunimmt; daß manche Gegenden, welche mit allen ihren Bedürfniſſen verſehen ſind und wo das Land

nichts als einen Theil der eigenen Produkte wiedererhält, während große Mengen von Fleisch, Getreide und anderen Früchten jährlich ausgeführt werden, dennoch fortwährend zu den fruchtbarsten gehören; daß man von den Wiesen, welche nie mit organischen Stoffen gedüngt werden, alljährlich große Massen Heu erntet; endlich daß ein kahler Felsen, der erst Moose und später immer größere Pflanzen trägt, zuletzt ohne Zuthun des Menschen mit einer üppigen Vegetation und großen Bäumen geschmückt ist und unterdessen eine immer dickere schwarze Erdschicht bekommt (Linnaeus, de Telluris habitalis incremento); nehmen wir noch andere bekannte Beispiele hinzu, so dürfen wir nicht mehr bezweifeln, daß der Erdboden nicht alle Nahrungsstoffe der Pflanzen enthält.

Indessen die Pflanzen müssen in der Erde befestigt sein, sie haben dazu die Wurzeln; und der Boden sollte zu ihrer Ernährung nicht unentbehrlich sein? Dies kann nicht behauptet, noch bewiesen werden; aber das steht fest, daß die Stoffe, von denen sich manche Pflanzen unter gewissen Umständen nähren, nicht immer in dem Boden vorhanden sind, noch darin vorhanden zu sein brauchen.

Um endlich zu verstehen, wie denn die Pflanzen leben, welche von organischen Stoffen in dem Boden entweder nichts, oder nicht so viel finden, als sie bedürfen, muß man festhalten, daß sie, wenn nicht *aus* dem Boden, doch *durch* denselben Nahrungsstoffe empfangen.

Das Regenwasser führt nämlich Kohlensäure mit sich hinab in die Erde, welche schon von atmosphärischer Luft ganz durchdrungen ist und außerdem Ammoniak condensirt enthält. Da haben wir also in dem Boden alle vier organischen Grundstoffe: das Wasser, die Luft, das Ammoniak und die Kohlensäure liefern der Pflanze die Elemente, woraus sie alle ihre organischen Bestandtheile erzeugen kann. Es werden also den Wurzeln derselben Nahrungsstoffe

durch den Boden, aber aus der Atmosphäre zugeführt, und wir können uns erklären, wie eine Bodenart arm an organischen Stoffen, aber doch reich an organischen Produkten sein kann.

In dem Fall, wo der Boden organische Stoffe enthält, wird die Vegetation um so üppiger sein, je mehr jene im Stande sind, Kohlensäure und Ammoniak zu geben, vorausgesetzt, daß Wasser und Luft hinlänglich Zutritt haben. Die alljährlich verwelkenden Blätter fallen zur Erde nieder, und scheinbar verschwinden sie nach einiger Zeit. Mit feuchter Luft in Berührung, werden sie allmälig braun, zerfallen und bilden eine dunkle pulverige Masse. Sie verwesen und entwickeln eine große Menge Kohlensäure, welche sich in der Atmosphäre verbreitet und später oder anderswo von den Pflanzen wieder aufgenommen wird. Jene braune pulverige Masse ist Ulmin und Ulminsäure; sie ist an und für sich nicht fähig, in der Menge von den Pflanzen aufgenommen zu werden, daß sie zur Ernährung derselben hinreichte.

Endlich geben auch die verwesenden thierischen Substanzen eine große Menge Ammoniak und Kohlensäure und fahren damit fort, bis die Verwesung beendet ist. Dies erklärt, warum die Ackererde für die meisten Pflanzen so vortheilhaft, ja unentbehrlich ist; daraus erhellt der Nutzen des Düngers, welcher nicht im ursprünglichen Zustande, sondern zum Theil oder ganz zersetzt und also auch als Kohlensäure und Ammoniak die Pflanzen ernährt. Daraus folgt auch, warum ein Boden, welcher wenige oder gar keine organischen Stoffe enthält, dennoch den Pflanzen Leben und Nahrung geben kann, weil er nämlich durch das Regenwasser, obgleich in geringerer Quantität, dieselben Stoffe erhält, welche sich in der Ackerkrume aus der Humussäure und dem Dünger erzeugen.

Obgleich alle diese unbestreitbaren Thatsachen, welche von Liebig in einen so herrlichen Zusammenhang gebracht

sind, die Gewißheit geben, daß Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, aus der Luft den Wurzeln der Pflanzen in der Erde zugeführt, viele derselben hinlänglich ernähren, so kann doch nicht daraus geschlossen werden, daß nicht auch die im Wasser löslichen Ulmate, Humate und Geate der Ackererde, so wie die Crenate und Apocrenate von den Wurzeln aufgenommen werden, ja für manche Gewächse unentbehrlich sind. In dem Kapitel über die Ernährung der Pflanzen kommen wir später darauf zurück. Hier führe ich bloß an, daß manche Pflanzen, z. B. die auf nackten Felsen vegetirenden Moose, wirklich ausschließlich und alle anderen Gewächse mehr oder weniger auf Kosten der Bestandtheile der Luft vegetiren, eine eben so unbestreitbare Thatsache, wie die, daß von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak allein sehr wenige Pflanzen leben können, sondern daß sie außerdem noch organischer Stoffe in dem Boden bedürfen. Ein einziger Blick in die Hortikultur überzeugt uns hiervon aufs Vollkommenste *).

*) Zu den von Liebig gesammelten Thatsachen für die Behauptung, daß Kohlensäure, Wasser und Ammoniak ausschließlich die Pflanzennahrungsstoffe liefern, gehört das Gedeihen der Pflanzen in einem Pulver von Holzkohle. Während wir schon oben (p. 177) den Werth jener Thatsache untersucht haben, füge ich im Folgenden das hierauf Bezügliche hinzu.

Der Professor Numan hat mir nämlich folgende Beobachtungen mitgetheilt, welche veröffentlicht zu werden verdienen.

Roggen, Hafer, Buchweizen und Ruben wurden in einen feinen Sand in Töpfe gesäet, die drei ersten den 24. Juni, die Ruben den 29. Juli. Die oberste Sandschicht war mit grob zerstoßener Holzkohle und Torfasche gemengt. Der Buchweizen hatte Anfang September seine volle Höhe erreicht, blühte und setzte bereits am Ende desselben Monats Samen an, welcher reifte.

Der Roggen war zur gewöhnlichen Zeit, nämlich 10 bis 12 Tage nach dem Säen, aufgegangen, hatte eine frische dunkelgrüne Farbe und erreichte im September eine Länge von ungefähr anderthalb Spannen.

Der Hafer keimte und wuchs wie gewöhnlich und hatte eine ausgezeichnet schöne grünlich blaue Farbe. Die Pflanzen erhielten eine Höhe von etwa 24 Zollen und hatten ein breites und schweres Blatt. Ende September fingen sie an zu verwelken. An einzelnen Halmen hatte sich Samen angesetzt, welcher indessen nicht zur Reife kam.

Die Ruben gediehen vortrefflich und waren im Januar noch vollkom-

Wir haben also die Atmosphäre als eine äußerst wichtige, nicht aber als die einzige Quelle kennen gelernt, woraus die gegenwärtig lebenden Pflanzen ihre Nahrung erhalten.

Die Funktionen der unorganischen Stoffe des Erdbodens müssen verschieden sein, wenn sie bald die Bestandtheile der Atmosphäre, bald die organischen Stoffe der Ackererde den Pflanzen zuführen. Wie sie sich in Beziehung auf die Kohlensäure verhalten, ist unbekannt. Eben so ungewiß ist es, auf welche Weise den Pflanzen durch sie das Ammoniak dargeboten wird und welchen Einfluß die Kohlensäure und das Ammoniak von den verwitternden Gebirgsarten erleiden, wenn diese beiden nebst dem Wasser die alleinigen Nahrungsstoffe mancher Pflanzen sind. Kohlensaures Ammoniak in sehr verdünntem Zustande ist der Vegetation immer schädlich. Es liegt also noch ganz im Dunkeln, wie die Pflanzen, welche ganz auf Kosten der Atmosphäre leben, ernährt werden, und welchen Einfluß die pulverförmigen Stoffe des Bodens, als Träger der atmosphärischen Nahrungsstoffe, auf die Ernährung der Pflanzen haben.

Von den organischen Nahrungsstoffen ist dies nicht unbekannt. Die Basen verbinden sich mit den vorhandenen Säuren und werden von den Pflanzen als Ulmate, Humate, Geate, Apocrenate und Crenate aufgenommen. Es giebt übrigens unter den unorganischen Bestandtheilen des Bodens eine Base, welche noch besondere Aufmerksamkeit verdient, näm-

---

men grün. Die jungen Knollen waren gesund und würden schwerer geworden sein, wenn sie sich weiter hätten ausbreiten können.

Dabei verdient noch bemerkt zu werden, daß vom 15. August bis zum 15. September wenig Regen gefallen ist, so daß der Sand in den Töpfen ganz trocken wurde, und obgleich er nicht ein einziges Mal begossen war, wuchs doch Alles freudig fort.

Derselbe Samen, in Sand gesäet, dessen obere Schicht mit fein geriebener Torfkohle gemengt war, gab fast genau dieselben Resultate.

In bloßem Sande, ohne beigemengte Kohle, ging der Samen zwar auf, aber die Pflanzen blieben sehr klein und starben, ohne Samen zu tragen.

lich die Thonerde. Sie fehlt in keinem guten fruchtbaren Lande. Sie verbindet sich mit der Quellsatzsäure und Quellsäure zu im Wasser unlöslichen Körpern und verhindert dadurch, daß heftige Regengüsse den Boden auslaugen. Diesen Nachtheil erfährt der Sandboden in einem hohen Grade. Das Wasser unserer Heidegegenden ist von Apocrenaten braun gefärbt; in unserem Thonboden dagegen farblos und frei von organischen Stoffen, während es doch hier eben so wohl durch eine Humusschicht hat hindurchdringen müssen. Beide organische Säuren werden aus ihren Auflösungen durch frisch gefällte Thonerde niedergeschlagen (Berzelius, Lehrbuch Bd. 8, S. 401 und 410). Die Quellsäure kann aus ihrer Verbindung mit der Thonerde durch Ammoniak wieder getrennt werden, daher sie bei der fortwährenden Ammoniakbildung im Boden den Pflanzen immer in geringer Menge dargeboten wird.

Die Thonerde hat gleich den übrigen Basen noch eine andere wichtige Funktion, nämlich zu verhindern, daß jene beiden Säuren sich in Kohlensäure und Wasser zersetzen und sie in dem Boden lange Zeit unverändert zu erhalten, bis Pflanzen darin wachsen, welche sie aufnehmen und assimiliren.

Dies zeigt uns wiederum den innigen Zusammenhang zwischen den verwitterten Gebirgsarten und der organischen Natur und die hohe Bedeutung der todten Erde für Alles, was gegenwärtig auf derselben lebt.

VI. Allgemeine organiſche Körper.

Unter der großen Zahl organiſcher Verbindungen giebt es einige von ſehr complicirter Natur, deren Zuſammenſetzung ſich nicht auf die einfache Form der binären Verbindungen zurückführen läßt.

Dieſe ſogenannten compleren Stoffe bilden eine beſondere Gruppe; ſie zeichnen ſich durch einen hohen Grad von Unbeſtändigkeit aus und beſitzen die Eigenſchaft, anderen Verbindungen, mit denen ſie in Berührung kommen, ihre Zerſetzung mitzutheilen. Es ſind in der Regel Verbindungen mehrerer Stoffe unter einander, welche zuſammen zwar einen Gleichgewichtszuſtand behaupten können, aber bei ihrer compleren Natur leicht aus demſelben herauszubringen ſind.

Jene compleren Stoffe ſind die Hauptbeſtandtheile der organiſchen Reiche; ſie ſind ganz beſonders geeignet, bei Erhaltung der Form des Ganzen unaufhörlich einen Stoffwechſel zu unterhalten und alſo diejenige Funktion zu erfüllen, welche die Lebensthätigkeit vorzugsweiſe charakteriſirt.

Aus dieſen compleren Stoffen bilden ſich leicht andere weniger zuſammengeſetzte, ſowohl unter dem Einfluß des Organismus, als auch außerhalb deſſelben; gleichfalls entſtehen aus einfachen Verbindungen zuſammengeſetztere, je nach Verſchiedenheit der Umſtände.

Man kann annehmen, daß der thieriſche Organismus hauptſächlich Verbindungen mit einfachen oder wenigſtens

bekannteren Radikalen, die Pflanzenorgane dagegen meiſt complexe Stoffe erzeugen. Das erſte liegt mehr in dem Bereich der Kunſt; es laſſen ſich daher leichter die Produkte des Thierkörpers, als die der Pflanzen künſtlich nachbilden.

Die Eigenthümlichkeiten der beiden organiſchen Reiche ſind, wie wir S. 12 ſahen, durch die Eigenſchaft der vier Elemente: Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff — wozu noch Schwefel, Phosphor, Eiſen und Jod kommen — ſich in den mannigfaltigſten Verhältniſſen zu vereinigen, und durch die Umſtände bedingt, unter denen die organiſchen Stoffe auf einander einwirken können. Da ich glaube, dieſen Punkt in dem erſten Abſchnitte hinlänglich erläutert zu haben, ſo wird es genügen, hier noch zu bemerken, daß das kohlenſaure Ammoniak, ein mit dem kohlenſauren Kali iſomorphes Salz, alle vier organiſchen Elemente enthält, die Elemente der unzähligen Verbindungen, deren Erzeugung und Auflöſung in der organiſchen Natur mit einander abwechſeln. Jenes Salz, zwar ein ſogenannter unorganiſcher, aber aus den vier organiſchen Elementen zuſammengeſetzter Körper, enthält die Materie und die Kräfte, welche das Weſen der organiſchen Natur beſtimmen; dies deutet uns an, worin wir die Urſache jener Eigenthümlichkeiten zu ſuchen und nicht zu ſuchen haben.

Die Hauptbeſtandtheile der organiſirten Weſen beſchränken ſich auf eine geringe Zahl. Die Natur iſt ſparſam und einfach in ihren Mitteln, groß in ihren Zwecken, freigebig, verſchwenderiſch — möchte man faſt ſagen — in der Ausſtattung und Vertheilung ihres Reichthums. Durch eine geringe Anzahl Elemente, in welche ſie eine unendliche Modificirung derſelben Grundkraft gelegt hat, ſchafft ſie einige wenige zuſammengeſetzte Körper, welche als das Fundament der ganzen organiſchen Welt angeſehen werden können. Dieſe weiß ſie unter den verſchiedenſten Verhältniſſen auf einander einwirken laſſen und dadurch eine Mannigfaltigkeit

hervorzubringen, welche der Naturforſcher immer mehr bewundert, je tiefer er in dieſe Schatzkammer ohne Ende hineinblickt.

Jene Verbindungen verdienen alſo vor allen anderen eine beſondere Beachtung. Sie ſind vierfacher Art: erſtens ſolche, welche ſowohl im Pflanzen- wie im Thierreiche vorkommen, zweitens ſolche, welche nur in einem der beiden Reiche, drittens ſolche, welche in keinem von beiden angetroffen werden, aber dennoch Stützen des organiſchen Reichs ſind, und endlich diejenigen, welche als ſogenannte unorganiſche Stoffe mit organiſchen vereinigt ſind.

In die dritte Claſſe gehören: Kohlenſäure, Ammoniak, Waſſer, Luft, Humin und Huminſäure, Ulmin und Ulminſäure, Geinſäure, Quellſäure und Quellſatzſäure, welche zuſammen die Beſtandtheile der Ackerkrume ausmachen. Die vierte Rubrik umfaßt Magneſia-, Kalk-, Natron-, Kali-, Mangan-, Eiſenſalze von Phosphorſäure, Schwefelſäure, Jod, Fluor und Chlor, Kieſelſäure, Thonerde, ſämmtlich Beſtandtheile der verwitterten Gebirgsmaſſen. Alle jene Körper gehören übrigens zu dem Gebiete der organiſchen Natur; alle ihr unentbehrlichen Stoffe ſind als organiſche anzuſehen.

In die erſte Abtheilung gehört das Protein, in die zweite das Dextrin der Pflanzen und die Gallerte der Thiere. Aus Dextrin bildet ſich Celluloſe, Amylum, Gummi, Zucker, vielleicht auch Pflanzenſchleim; aus dem Amylum erzeugen ſich die Fette und das Chlorophyll; letzteres wenigſtens aus Amylum, wenn ſtickſtoffhaltige Körper hinzutreten. Alle jene Stoffe ſind von allgemeiner Wichtigkeit für die Chemie der Pflanzenphyſiologie; wir wollen ſie kurz abhandeln. In Betreff der thieriſchen Stoffe beſchränken wir uns in dieſem Abſchnitte auf die Betrachtung der Proteinverbindungen, der leimgebenden Stoffe und der Farbſtoffe des Blutes.

Dieſe wenigen zuſammengeſetzten Körper bilden die

Grundlage zu dem Thier- und Pflanzenreiche; ja noch weniger als dieſe; denn die meiſten entwickeln ſich einer aus dem andern. Sie ſind zuſammen die Quelle von Allem, was von organiſchen Körpern in den Pflanzen und Thieren exiſtirt.

Während wir in den vorigen Abſchnitten die Atmoſphäre, das Waſſer und die Beſtandtheile der Ackererde im Verhältniß zur organiſchen Natur bereits betrachtet haben, ſo verweiſe ich in Betreff der zu der letzten Abtheilung gehörenden Stoffe auf die chemiſchen Lehrbücher. Hier wollen wir nur die Körper der erſten und zweiten Abtheilung hauptſächlich in Betreff ihrer Entſtehung betrachten. Die Beſchreibung der verſchiedenen Stoffe, welche die Pflanzen und Thiere außerdem produciren, findet ſpäterhin eine geeignetere Stelle, wenn von den Funktionen des Organismus die Rede ſein wird, bei denen ſie entſtehen.

Pflanzenzellenſtoff.

Es giebt in jeder Pflanze ein Organ von einer äußerſt einfachen Form, welches aber zu den mannigfaltigſten Zwecken von der Natur benutzt wird. Es iſt ein kleines häutiges Säckchen, eine dünne Membran, welche einen kleinen Raum von allen Seiten umgiebt und demſelben mit dem äußeren Raume durch unſichtbare feine Oeffnungen eine Communikation geſtattet. Solche Säckchen oder Zellen ſind die wichtigſten Organe der Pflanzen. In unzähliger Menge neben einander gruppirt, bilden ſie nicht einen oder einige Pflanzentheile, ſondern die ganze Pflanze, ſo daß, wenn man Alles zerſtören wollte und nur die Zellen unangerührt ließe, von der Pflanzenform nichts verloren ginge.

Dieſe Zellen ſchließen ſich innig aneinander und ſcheinen in einander gewebt. Man nennt daher eine Maſſe derſelben Zellengewebe.

Vorzugsweiſe durch die Zellen bildet die Natur die Pflanzen, Pflanzentheile und Pflanzenorgane und die unzähligen Produkte des Pflanzenreichs.

So große Aehnlichkeit eine Zelle mit einer andern oder ein Gewebe von Zellen mit einer andern Zellenmaſſe in ihrem Aeußern hat, ſo verſchieden ſind ihre Funktionen. Die Funktionen der Zellen unterſuchen, heißt die Thätigkeit des Pflanzenreichs erforſchen: Denn die Zellen unterhalten dieſelbe ausſchließlich und bringen Organe hervor, welche ihrerſeits wieder Funktionen zu erfüllen haben. Daher eine Mannigfaltigkeit in der Natur, Form, Gruppirung und den Eigenſchaften der Pflanzenzellenreihen, welche dem Naturforſcher ein unbegränztes Feld der Unterſuchung eröffnet.

Die Pflanzen der einfachſten Struktur, z. B. manche Schimmelpflanzen, ſind bloß aus einigen aneinandergereihten Zellen zuſammengeſetzt, deren jede für ſich das Vermögen beſitzt, ſelbſtſtändig zu beſtehen und ſich zu entwickeln, d. h. neue Zellen hervorzubringen. Jede Zelle iſt alſo als eine Pflanze anzuſehen, und jede Pflanze als eine Summe zu einem Ganzen verbundener Pflänzchen. Daraus erhellt nicht bloß die Wirkſamkeit, ſondern auch die Natur der Zellen und Pflanzen, und daraus läßt ſich folgern, daß die einfachſte Form der Pflanze eine Zelle iſt (z. B. das Geſchlecht Protococcus unter den Algen) und daß man ſehr zuſammengeſetzte Pflanzen als eine Combination einer unzähligen Menge ſolcher einfachen Pflanzen betrachten kann. Es ſind häutige Säckchen, und alſo Häutchen, welche aus einem oder mehreren chemiſchen Stoffen zuſammengeſetzt und zu einer hohlen Sphäre verbunden ſind. Dieſe Häutchen beſitzen ausgezeichnete und eben ſo mannigfaltig modificirte Kräfte, wie die Grundkräfte der Elemente, welche die Häutchen bilden.

Die Funktion einer jeden Zellenreihe iſt nur einfach. Dieſelben Stoffe, auf dieſelbe Weiſe zu einer Zelle verbun-

den, bringen nicht mehr als eine einzige Reihe von Lebenserscheinungen hervor: das ist in der einfachsten Form nur Entwickelung neuer Individuen, gleich den erzeugenden. Verschiedenheit in der Form ohne große Verschiedenheit im Stoff befähigt übrigens die Zellenreihen zu mehreren Funktionen. Dies ist eins der ersten Gesetze der organisirten Natur: daß nämlich die Form einen eben so großen Einfluß auf die Art der Erscheinungen hat als die Materie, welche die Form schafft. Die einfache Zelle, zu einer häutigen Lamelle ausgedehnt, würde kein Organ mehr sein und keine Funktion erfüllen. Die Verbindungen von organischen Molekülen, d. h. von Körpern, welche aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff oder aus dreien derselben zusammengesetzt sind, besitzen also erstens das Vermögen, hohle Sphären zu bilden, gleich wie die meisten der übrigen Elemente symmetrische Krystallformen zu erzeugen streben. Aber zweitens — und dies ist für die Lehre vom Leben von äußerster Wichtigkeit — sind die Grundkräfte der Moleküle durch die Verbindung der Stoffe zu hohlen Sphären ganz und gar modificirt. Die hohle Sphäre ist ein Individuum; d. h. in der einfachsten Form, worin sie bestehen kann (bei den niedrigsten Schimmelpflanzen), enthält sie alle Kräfte der Moleküle zu einem Ganzen vereinigt, also in einem Gleichgewichtszustande, welcher nicht bloß von der Natur der Stoffe oder deren Elemente, sondern auch durch die Form bestimmt wird, und welcher ohne die hohle sphärische Form nicht bestehen würde. Ferner besitzt jene hohle Sphäre alle Kräfte, welche auf ein gemeinschaftliches Ziel hinwirken, unter einander vereinigt; eine Eigenthümlichkeit, welche fast von der sphärischen Gestalt abhängig zu sein scheint. —

Jene beiden Vorstellungen wollen wir, als aus zuverlässigen Beobachtungen abgeleitet, für ausgemachte Wahrheiten halten, und wir schließen mit Recht, daß in der organischen Natur die erste Folge der den Grundstoffen: Kohlenstoff,

Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff, inwohnenden Kräfte das Beſtreben iſt, häutige, hohle ſphäriſche Körperchen zu bilden, von denen aufs Neue eigenthümliche Wirkungen ausgehen, welche durch andere Formen nicht hervorgebracht werden können. Stoff und Form und Form und Stoff beſtimmen alſo zum großen Theil das Weſen der organiſchen Natur.

Dieſer allgemeine Schluß iſt aus tauſenderlei Erſcheinungen abgeleitet, welche die organiſche Natur darbietet, Erſcheinungen, welche bei denſelben Stoffen und verſchiedenen Formen, oder bei verſchiedenen Stoffen und denſelben Formen verſchieden ſind.

Wäre daher das Pflanzenreich aus einem gemeinſchaftlichen, einem einzigen Zellenſtoffe zuſammengeſetzt, welcher aber der Form nach in verſchiedenen Pflanzen-Familien oder Geſchlechtern, Species, Theilen oder Organen ſich unterſchiede, ſo müßte doch derſelbe chemiſche Körper, der Zellenſtoff, verſchiedene Wirkungen hervorbringen. Dies beſtätigt ſich in der That. Die kleinen Individuen, die Zellchen, ſind verſchiedene Individuen, ſobald ſie in ihrer Form abweichen, oder auf verſchiedene Weiſe aneinandergereiht ſind, beſtehen ſie auch faſt genau aus denſelben chemiſchen Stoffen. Die geringſten Verſchiedenheiten der eigenen Beſtandtheile oder der Stoffe, mit denen ſie in Berührung kommen, ſind im Stande, die Form auf mannigfaltige Weiſe zu modificiren, und die materiellen Produkte der verſchiedenen Formen ſind alſo eben ſo mannigfach, wie die verſchiedenen Formen bei materieller Verſchiedenheit. Endlich: bei gleicher Form und gleicher materieller Beſchaffenheit müſſen die Produkte der Zellen conſtant, bei verſchiedener Form und materieller Verſchiedenheit der Zellenwände veränderlich ſein.

Mit Recht legen daher die Pflanzenphyſiologen ſo großen Werth auf die Unterſuchung der Formen und begnügen ſich nicht mit der bloßen Kenntniß der procentiſchen Zuſam-

menſetzung der Beſtandtheile oder mit der Aufzählung einer Reihe von chemiſchen Körpern, welche bei der Zerſetzung eines organiſchen Stoffes daraus hervorgehen, als wäre es möglich, durch künſtliche Zerſetzung nichts Anderes als natürliche Produkte zu erzeugen. Mit Recht ſucht man heutiges Tages mit bewaffnetem Auge die verſchiedenen Formen und ihre Entſtehung mit großer Genauigkeit zu beſtimmen, zu benennen und zu klaſſificiren. Mit Recht hofft man, daß dieſe Unterſuchungen in Verbindung mit der Kenntniß der chemiſchen Natur der Körper einmal Licht über die lebende Natur verbreiten. Mit Recht endlich, glaube ich, führen wir Alles, was Form und chemiſche Natur betrifft, auf die Molekularkräfte, welche im Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff ſchlummern, zurück.

Man hat bereits in den Pflanzenzellen eine große Mannigfaltigkeit der Formen erkannt; aber noch viel bleibt zu lernen übrig. In manchen Pflanzen beobachtet man eine kaum benennenswerthe Verſchiedenheit der Zellenform, und doch ſind die Funktionen weſentlich verſchieden. Ohne Zweifel muß hier die Verſchiedenheit des Stoffes, wenn ſie auch noch ſo unbedeutend iſt, als Urſache der verſchiedenen Thätigkeit angeſehen werden. Dies Alles iſt übrigens ein noch faſt ganz unbearbeitetes Feld der Wiſſenſchaft und wartet auf die Zeit, wo die Chemie die Stoffe iſolirt dargeſtellt haben wird, ſo wie ſie in der Natur vorkommen und man bei den mikroſkopiſchen Unterſuchungen der organiſirten Natur daraus Nutzen ziehen kann.

Als allgemeine Regel kann man feſtſtellen, daß Pflanzen, welche in ihren Funktionen beſchränkt ſind, homogene oder wenig verſchiedene Zellenreihen beſitzen, und daß die Zellenformen ſich durch eine um ſo größere Mannigfaltigkeit auszeichnen, je mannigfaltiger die Produkte der Pflanzen ſind, denen ſie angehören; daß gleichartige Zellenreihen ne-

den einander gruppirt ſind und ſich alſo bei ihren Funktionen gegenſeitig unterſtützen.

Man hat die Pflanzenzellen wiſſenſchaftlich auf verſchiedene Weiſe eingetheilt, nach ihrer Geſtalt, nach der Stelle, welche ſie einnehmen, nach ihrer Entſtehungsweiſe und nach ihren Funktionen. Eine jede dieſer Eintheilungen hat ihre gute Seite. Für eine phyſiologiſche Chemie iſt die dritte Art der Claſſificirung die beſte, ebenſo für die Phyſiologie ſelbſt. Man kann die Bemühungen der Phytotomen neuerer Zeit nicht hoch genug in Anſchlag bringen, wenn man bedenkt, wie ſchwierig es iſt, jene Gegenſtände in einige Ordnung und in Zuſammenhang zu bringen. Wir haben dadurch eine ganz andere Anſicht über die Entſtehung der früher ſo oft als fremdartige Pflanzenorgane betrachteten Theile erhalten, und viel Schönes ſteht noch von der Zukunft zu erwarten; die Spiralgefäße ſind z. B. genetiſch auf die einfachen Pflanzenzellen zurückgeführt, für die punktirten (gestippelde) Gefäße, die Gefäßbündel (vezelvaten) und andere Pflanzenorgane iſt ebenfalls ihre Entſtehung nachgewieſen, und ſo der Zuſammenhang angedeutet zwiſchen Körpern, deren Bildung früher ganz und gar im Dunkeln lag.

Außer den verſchiedenen Zellenreihen, wovon wir ſpäter eine kurze Ueberſicht geben wollen, hat man bei mehr ausgebildeten Pflanzen ein Syſtem von Gefäßen beobachtet, deſſen Funktionen auf die chemiſchen Veränderungen, welche in den Pflanzen vor ſich gehen, einen großen Einfluß ausüben. Die Wände dieſer Gefäße ſcheinen aus denſelben Stoffen zu beſtehen, woraus die Zellenwände geformt ſind; dies iſt indeß noch nicht mit Sicherheit ausgemacht. Wir kommen ſpäter darauf zurück, wenn wir über die Entwickelung der Pflanzenorgane ſprechen.

Alle Zellen beſtehen, gleichviel welche Form ſie beſitzen, aus einer weichen dünnen Membran, in der man mit dem Mikroſkop keine Oeffnungen entdeckt, welche aber von Flüſ-

sigkeiten leicht durchdrungen wird. Gewöhnlich findet sich in dieser Membran keine Struktur, zuweilen entdeckt man spiralförmig fortlaufende Fasern, welche einander sehr nahe und parallel liegen. Nach Meyen *) sollen alle Zellen aus solchen spiralartig verlaufenden und frühzeitig verbundenen und dadurch fast unmerkbar gewordenen Reihen bestehen (siehe Zellentheorie weiter unten).

Die Zellenmembran ist meistens durchscheinend, farblos bei vielen Mono- und Dikotyledonen, gefärbt bei manchen Kryptogamen. Findet man sie bei den Mono- und Dikotyledonen gefärbt, so rührt dies von anderen Stoffen her, welche die Zellen einschließen, oder welche in die Membran selbst eingedrungen sind. Sie ist gewöhnlich äußerst dünn, aber es findet in dieser Beziehung ein Unterschied Statt bei verschiedenen Pflanzen in verschiedenem Alter, und auch bei denselben Pflanzen in verschiedenen Theilen derselben. In der ursprünglichen Zellenmembran lagern sich nämlich bei den meisten Pflanzen Theile ab, welche das dünne Häutchen verstärken; jene nehmen besonders mit dem Alter der Pflanzen zu und zeigen sich bei der Holzbildung am stärksten, wo sie dicht auf einander liegen, in großer Anzahl den hohlen Raum der Zellen füllen und dem Ganzen einen bedeutenden Grad von Härte ertheilen. Bei der Holzbildung findet also Abscheidung eines harten Stoffes Statt, wodurch die Wirksamkeit der Zellen ganz und gar geändert wird. Es muß nämlich jedes Theilchen des heterogenen Stoffes, welcher sich an oder in die Wände des Zellenhäutchens ablagert, dessen Funktion verändern; ferner ist die Masse des abgesonderten Holzstoffs so groß, daß der Durchgang der Flüssigkeiten fast verhindert und die Zellenthätigkeit dadurch fast ganz außer Wirksamkeit gesetzt wird. Aber nicht bloß bei der Holzbildung findet dies Verdicken der Zellen-

*) Pflanzen-Physiologie I. S. 19.

wandungen durch andere und zwar feſte, ja ſelbſt harte Stoffe Statt: Hugo Mohl hat es zuerſt auch in parenchymatiſchen Zellen von Hoya carnosa und Banisteria auriculata beobachtet. Dieſer die Zellenwandungen verdickende Stoff iſt nicht für alle Zellen derſelbe. Ich werde mittheilen, was wir bis jetzt darüber wiſſen, beſonders auch, was über den Stoff bekannt iſt, woraus das dünne Zellenhäutchen bei allen Pflanzen ohne Unterſchied zu beſtehen ſcheint.

In allen Zellenpflanzen ſowohl wie in den Gefäßpflanzen kommt ein Stoff vor, den man Celluloſe nennt, Pflanzenzellenſtoff: ein Stoff, welcher größtentheils die jungen Pflanzentheile bildet, in dem Mark ſehr rein vorkommt, aber in dem Holz mehr oder weniger mit einer anderen Subſtanz verbunden iſt, die ſich in ihrer Zuſammenſetzung von der Celluloſe unterſcheidet; ein Stoff, welcher außer Zellen und was aus Zellen entſteht, noch andere zuſammengeſetzte Pflanzentheile bilden kann, aber in dieſer Beziehung noch nicht genug mikroſkopiſch unterſucht iſt. Er iſt als Grundſtoff der Pflanzenzellen in jedem Fall von großer Wichtigkeit und verdient als Hauptbeſtandtheil des organiſchen Reichs den erſten Rang.

Man kann den Pflanzenzellenſtoff aus allen Pflanzentheilen ohne Unterſchied darſtellen, wenn man durch verſchiedene Auflöſungsmittel alle übrigen fremdartigen Subſtanzen auszieht. Dieſe Darſtellung iſt alſo ſehr einfach.

Der in jungen Pflanzentheilen vorkommende Zellenſtoff gehört alſo zu den Körpern, welche aus den Nahrungsſtoffen der Pflanze zuerſt gebildet werden. Er kann allein aus einer in Waſſer auflöslichen Subſtanz entſtehen, und ohne Zweifel iſt es das Dextrin, welches ihn erzeugt und alſo auch vor ihm exiſtiren muß. Iſt der Zellenſtoff einmal in irgend einem Pflanzentheile abgeſondert, ſo bleibt er ferner ganz oder größtentheils unverändert und zeigt ſich demnach in Pflanzentheilen verſchiedenen Alters.

Früher nahm man an, das von allen Beimengungen befreite Holz habe eine conſtante Zuſammenſetzung; man nannte jenen Stoff Lignin; Gay-Luſſac und Thénard und Prout hatten die Formel: $C_3O_4H_2$ oder in Uebereinſtimmung mit der Amylumreihe $C_{12}H_{16}O_8$ gefunden*). Aus zahlreichen Verſuchen von Payen ſcheint indeſſen zu folgen, daß jene Formel falſch iſt und daß der Stoff, welcher die Celluloſe in Holz verändert, die Zuſammenſetzung: $C_{17}{}^1/_2H_{24}O_{10}$ haben müßte, während die Celluloſe ſelbſt $C_{12}H_{20}O_{10}$ iſt.

Aus den Unterſuchungen von Payen und aus anderen von Fromberg und E. H. von Baumhauer, deren Reſultate ich weiter unten mittheilen will, geht ferner hervor, daß die Formel der Celluloſe nicht $C_{12}H_{20}O_{10}$, ſondern $C_{24}H_{42}O_{21}$ iſt, und alſo nicht mit der des Amylums, ſondern mit der des löslichen Inulins übereinſtimmt.

Reine Celluloſe erhält man leicht aus dem Hollundermark, aus ſehr jungen Wurzeln und anderen jungen Pflanzentheilen. Aus den übrigen Pflanzentheilen bereitet man ſie, indem man dieſelben zerkleinert und mit Alkohol, Aether, verdünnter Kalilauge, Salzſäure und Waſſer auszieht. Darin löſen ſich Amylum, Gummi, Fette, Harze, Pflanzenalkalien, Salze, Zucker, aber auch die eigentliche Holzſubſtanz. Dieſe letzte hat Payen inkruſtirenden Stoff (matière incrustante) genannt. Sie legt ſich übrigens nicht bloß auf die Celluloſe an, ſondern drängt ſich auch zwiſchen ihre Moleküle ein, ſo daß jene Benennung eigentlich unzweckmäßig iſt. Hiervon durch die genannten Auflöſungsmittel befreit, erſcheint die Celluloſe als eine ſchwammartige Subſtanz, während ſie vorher eine feſte und dichte Maſſe

*) Gay-Luſſac und Thénard fanden nämlich in

	Eichenholz.	Buchenholz.	At.	ber.
C	52,54	51,45	3	50,48
H	5,69	5,82	4	5,49
O	41,78	42,73	2	44,03.

darſtellt *). Die folgenden Stoffe, auf obige Weiſe gereinigt, gaben ſtets mit der Zuſammenſetzung der Celluloſe übereinſtimmende Reſultate: die ovula von Mandeln, Aepfeln, von Helianthus annuus, ferner Gurkenſaft, Parenchym der Gurken, Hollundermark, Mark von Aeschynomene paludosa, Baumwolle, die Spitzen der Wurzelzaſer, gut extrahirtes Holz, Blätter von Endivien, von Ailanthus glandulosa, Spiralgefäße von Musa sapientum, Membranen aus dem Innern der Eichen genommen, Celluloſe aus den Excrementen einer Kuh (die Kuh war mit Gras von einer Wieſe gefüttert), das innere Gewebe der Blätter von Agave americana, Wolle aus dem Samen der Virginiſchen Pappel, pflanzenartige Membranen, das Skelett eines Wespenneſtes, Holz von Coniferen (gut ausgezogen), Samenhäute von Phytelephas, gereinigte Flechten, Conferva rivularis, Agaricus edulis, Boletus igniarius, Membranen von Chara, Conferva oscillatoria.

Alle jene Subſtanzen haben für den durch die genannten Löſungsmittel gereinigten Zellenſtoff bei der Analyſe Zahlen gegeben, welche der Formel $C_{24}H_{42}O_{21}$ ſehr nahe kommen, ſo daß es als erwieſen angenommen werden kann, daß das Gewebe aller Pflanzen nach der Behandlung mit den genannten Auflöſungsmitteln einen Stoff zurückläßt, der für alle identiſch iſt: einen Stoff, der die Elemente des Waſſers und Kohlenſtoff enthält, mit Inulin iſomer iſt; der alſo möglicher Weiſe ſehr leicht in Amylum und Zucker verwandelt werden und ſeinerſeits eben ſo leicht aus Dextrin entſtehen kann; eine Verwandlung, welche auf nichts Anderem als der Aufnahme oder dem Verluſt von Waſſer beruht **).

*) Annales des Sc. Nat. Mai 1840. 2e. Sec. p. 305. Der Durchſchnitt einer mit Holzſubſtanz angefüllten Zelle zeigt verſchiedene Schichten (ſiehe S. 98).

**) Payen (Annales des sciences naturelles, serie 2e Tome II, Botanique

Payen iſt überzeugt, daß wirklich eine ſolche Veränderung möglich iſt; von Baumhauer hat dieſe Anſicht

---

1839, p. 21) iſt zur Kenntniß der Celluloſe zuerſt durch die Unterſuchung des Pflanzengewebes im Zuſtande ſeiner Entſtehung gelangt und hat zu dieſen Verſuchen die gallertartigen Stoffe angewandt, welche in den nicht befruchteten Keimen von Amygdalus sativa enthalten ſind. Eine andere Reihe jüngerer Membrane hat er durch vorſichtiges Abſchneiden der Enden von den Wurzelſpitzen und den Wurzelzellenhäutchen einiger holz- und krautartigen Pflanzen erhalten; ferner aus jungem Hollundermark, dem Mark von Aeschynomene paludosa und der Baumwolle. Jene Stoffe hat er gereinigt (er ſagt indeſſen nicht, auf welche Weiſe) und im Vakuum bei 150° bis 180° getrocknet. Die Analyſe hat folgende Reſultate gegeben:

	ovula von Mandeln	ovula von Aepfeln	ovula von Helianthus annuus	Gurkenſaft
C	43,57	44,7	44,1	43,90
H	6,41	6,0	6,2	6,22
O	50,32	49,3	49,7	49,88

	Gewebe der Gurken	Hollundermark	Mark von Aesch. pal.		
C	43,80	43,37	43,2	43,57	43,4
H	6,11	6,04	6,5	6,20	6,3
O	50,10	50,59	50,3	50,23	50,3

	Baumwolle		Spongiola der Wurzelzellen.
C	45,00	44,35	43,00
H	5,22	6,14	6,18
O	48,53	49,51	50,82

Hieraus ſchloß Payen, daß das eigenthümliche Pflanzengewebe kein Lignin ſei; daß das Letzte, aber nicht das Erſtere durch Kali, Natron und Salpeterſäure angegriffen wird.

Holz auf dieſe Weiſe zerſetzt, gab ihm nämlich:

	Eichenholz		Buchenholz	
	unverändert	mit Soda behandelt	unverändert	mit Soda behandelt
C	54,44	49,68	54,35	49,40
H	6,24	6,02	6,25	6,13
O	39,32	44,30	39,50	44,47

	Populus tremula		Herminiera elaphroxylon
	mit Soda behandelt	zweimal gewaſchen	unverändert.
C	48,00	47,71	47,18
H	6,40	6,42	5,94
O	45,56	45,87	46,88

Hieraus folgt, daß, je mehr Lignin eine Holzart enthält, ſie um ſo reicher an Kohlenſtoff iſt; die Maxima nähern ſich ſehr den Reſultaten der Analyſen des Lignins von Gay-Luſſac und Thénard.

Fein zertheiltes Eichen- und Buchenholz wurde von Payen 30 Stunden lang mit einem großen Ueberſchuß concentrirter Salpeterſäure digerirt,

durch die Unterſuchung der Früchte von Phytelephas beſtätigt. Durch Schwefelſäure wird nämlich Celluloſe in Der-

---

welche den ligninartigen, inkruſtirenden Stoff auflöſte; das elementare Gewebe, welches ungelöſt blieb, wurde mit Natron und darauf mit Waſſer ausgewaſchen und bei 160° getrocknet. Es gab;

C	43,85
H	5,86
O	50,28

Seine Zuſammenſetzung kommt alſo der des oben genannten elementaren Gewebes ſehr nahe.

Payen hat ferner, ohne die Details ſeiner Verſuche mitzutheilen, die Zuſammenſetzung des inkruſtirenden Stoffes beſtimmt. Er fand dafür die Formel: $C_{17}{}^1/_2\ H_{24}\ O_{10}$, während die Celluloſe nach ihm die Zuſammenſetzung $C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$ hat. Der inkruſtirende Stoff enthält in 100 Theilen

C	53,76
H	6,00
O	40,20

Durch jene chemiſchen Unterſuchungen von Payen ſind alſo die früheren Beobachtungen von H. Mohl conſtatirt.

Spätere Unterſuchungen Payen's (Annales des sc. Nat., Aout, 1840, p. 73, Bot.) haben jene Reſultate noch ferner beſtätigt.

Endivienblätter ausgezogen	Dieſelben nochmals ausgezogen	Blätter von Ailanthus glandulosa	Membranen aus dem Innern der Eichen
C 45,08	43,40	45,98	44,53
H 6,74	6,12	6,19	6,03
O 48,28	50,38	47,86	49,17

Spiralgefäße von Musa sapientum	Dieſelben mit Alkali ausgez.	Celluloſe aus den Excrementen einer Kuh.
C 48,43	43,22	44,92
H 6,91	6,50	6,40
O 44,66	50,28	48,59

Inneres Gewebe der Blätter von Agave americana	Wolle aus dem Samen der Virginiſchen Pappel	Pflanzenmembran eines Wespenneſtes.
C 44,70	44,11	44,15
H 6,39	6,52	6,22
O 48,91	49,37	49 63

Holz von Coniferen ausgewaſchen	Daſſelbe länger ausgewaſchen	Samenhäute von Phytelephas
C 52,01	44,77	44,14
H 6,33	6,58	6,30
O 41,57	48,65	49,56

Gereinigte Flechten	Conferva rivularis	Agaricus edulis
C 44,70	44,57	44,52
H 6,21	6,75	6,67
O 49,09	49,68	48,81

trin verwandelt, welche Veränderung es ebenfalls durch den Einfluß der Diaſtaſe erleidet und wodurch der Pflanzenzel-

---

	Boletus igniarius	Membranen von Chara	Conferva oscillatoria
C	43,40	43,88	45,34
H	6,11	6,29	6,58
O	50,49	49,83	48,08

Alle jene Stoffe ſind gewöhnlich mit Chlor, Salzſäure, Natron oder Kali, auch mit Alkohol und Aether gereinigt. Payen ſchließt richtig, daß Medullin, Fungin, Lichenin nicht beſtehen, ſondern gut gereinigt nichts als Cellulose ſind.

Fromberg hat jene Verſuche wiederholt und alle Reſultate von Payen beſtätigt. Er hat nämlich (Scheik. orderz. Deel II. p. 52) die folgenden Pflanzentheile mit kauſtiſchem Natron, Salzſäure, Waſſer, Alkohol und Aether behandelt und darin die angegebene Zuſammenſetzung gefunden. Aus dieſen Verſuchen ergiebt ſich mit poſitiver Gewißheit die Formel des Pflanzenzellenſtoffs als: $C_{24}\ H_{42}\ O_{21}$. Es folgen die Zahlenreſultate:

Isländiſches Moos, mit Natronlauge ausgezogen (ein Theil auf 10 Theile), darauf mit Waſſer und Alkohol ausgewaſchen:

C	46,88
H	6,18
O	47,14

Nochmals mit Natron u. ſ. w. behandelt:

C	45,85
H	6,22
O	47,93

Agaricus albus mit Waſſer ausgekocht, mit kohlenſaurem Natron, Salzſäure und Alkohol ausgezogen:

C	45,57	45,28
H	6,29	6,27
O	48,14	48,45

Nochmals mit Natron, Salzſäure und Alkohol behandelt:

C	43,77	44,09	43,95
H	5,90	6,25	6,21
O	55,33	49,66	49,84

Rüben einmal extrahirt:

C	46,26
H	6,29
O	47,45

Rüben zweimal extrahirt:

C	43,95 44,29
H	6,13 6,03
O	49,92 49,68

Weißer Kohl einmal extrahirt:

C	46,87	46,73
H	6,02	6,13
O	47,11	47,14

Weißer Kohl zweimal extrahirt:

C	43,43
H	6,26
O	50,31

Endivien einmal extrahirt:

C	48,60
H	6,44
O	44,96

Endivien zweimal extrahirt:

	44,73
	6,09
	49,18

lenſtoff ſich erſtens als ein mit Amylum, Dextrin, Gummi und Zucker nahe verwandter Stoff zeigt, welcher jene im

---

Alle jene Reſultate von den gehörig gereinigten Stoffen entſprechen folgender Formel:

	At.	der.
C	24	43,70
H	42	6,25
O	21	50,05

Dies iſt die Zuſammenſetzung des im Waſſer löslichen Inulins.

Payen hat von Brogniart eine Frucht von Phytelephas erhalten und unterſucht. Annales des sc. Nat. Bot. Aout, 1840, p. 82. Dünne Scheiben unter dem Mikroſkop betrachtet, ließen ein dickes Zellengewebe, ölartige Tröpfchen und albuminöſe Körnchen ſehen; er hat das Pulver mit Ammoniak, Eſſigſäure, Waſſer, Alkohol und Aether ausgewaſchen. Er fand alle Theile der Frucht homogen, ließ Stückchen davon durch Natron erweichen und auslangen, wuſch ſie und ließ ſie ſich mit einer Jodlöſung ſättigen (contraheren), wodurch die polyedriſche Geſtalt der äußerſten Zellenmembran, welche man vorher nicht unterſcheiden konnte, ſichtbar wurde. Er glaubt, daß in der Frucht außer Celluloſe noch Albumin und zwei andere ſtickſtoffhaltige Stoffe, Kieſelerde, zwei fette Körper und Salze vorkommen. Durch die obigen Löſungsmittel von jenen Subſtanzen befreit, gab ihm die Celluloſe bei 125° getrocknet:

C	44,14
H	6,30
O	49,56

Durch Schwefelſäure wurde ſie in Dextrin, durch Salpeterſäure in Xyloidin verwandelt.

Auch E. F. von Baumhauer hat dieſe Verſuche wiederholt und noch weiter ausgedehnt. (Scheik. Onderz., Deel II.) Die Früchte von Phytelephas hatte ich vom Dr. Miquel erhalten.

Dieſe Unterſuchung hat ergeben, daß die Früchte von Phytelephas nur mit Aether, Alkohol und Waſſer extrahiet, ſich in ihrer Zuſammenſetzung nicht von reiner Celluloſe unterſcheiden und keine Spur Stickſtoff geben:

	gef.	At.	ber.
C	44,39	24	43,71
H	6,22	42	6,24
O	49,39	21	50,05

Die obige Subſtanz mit concentrirter Eſſigſäure und darauf mit Waſſer und Alkohol behandelt, gab:

C	43,57
H	6,27
O	50,16

Darauf mit Ammoniak ausgezogen:

C	43,65
H	6,31
O	50,04

Das Pulver von Phytelephas mit Alkohol und Aether behandelt wurde einige Tage mit Natronlauge digerirt. Der gut ausgewaſchene Rückſtand gab:

C	45,73
H	6,32
O	47,95

Pflanzenreich erzeugt, oder von einem derſelben, dem Dextrin, ohne Zweifel gebildet wird, und wodurch er auch zweitens ſich als einen für den thieriſchen Organismus höchſt wichtigen Stoff darſtellt. Daraus erklärt ſich zum Wenigſten die ernährende Eigenſchaft junger Pflanzen für die Thiere und den Menſchen und auch ſolcher Pflanzen, bei denen durch Mittheilung gewiſſer krankhafter Zuſtände die Verdickung der Celluloſe durch die Holzſubſtanz verhindert wird, wie es z. B. bei unſeren Gartengewächſen, Salat, Endivien u. ſ. w. geſchieht. Die Celluloſe ſolcher Pflanzen, welche ſo leicht in Dextrin verändert wird, kann alſo gleich dem Amy-

---

Beim Erwärmen mit Natron hatte ſich die Maſſe gefärbt und der Kohlenſtoffgehalt zugenommen. Von Baumhauer behandelte daher das feine Pulver von Phytelephas viele Tage lang in der Kälte mit ſtarker Kalilauge, und behielt dadurch den Stoff ſelbſt ſo wie die Auflöſung farblos. Für erſteren bekam er:

C	43,63
H	6,30
O	50,07

Aus der klaren alkaliſchen Löſung wurde durch Sättigen mit Eſſigſäure und Fällen mit eſſigſaurem Blei ein Stoff erhalten, welcher gab:

C	44,08
H	5,93
O	49,99

Die beiden letzten Analyſen geben die Zuſammenſetzung des Inulins im auflöslichen Zuſtande.

Wir ſehen hieraus, daß die Früchte von Phytelephas ganz und gar in ihrer Zuſammenſetzung dem löslichen Inulin gleich ſind, und daß daraus ein Alkali in der Kälte einen unauflöslichen und löslichen Stoff ſcheidet, welche beide wieder die Zuſammenſetzung des löslichen Inulins haben. Es iſt noch nicht bekannt, was für ein Stoff der auflösliche iſt; dies verdient beſonders unterſucht zu werden. Iſt es eine Amylumart, was wahrſcheinlich iſt, ſo erklären dieſe Verſuche vollkommen die Bildung von Amylum aus Celluloſe durch ein Alkali, was im aufgelöſten Zuſtande durch die Pflanze geführt wird.

Nach neueren Verſuchen von Connel (Pharm. Centralbl. Nr. 14. 1844.) beſteht die Frucht von Phytelephas macrocarpa aus:

Holzfaſer (Celluloſe)	81,34
Gummi	6,73
Legumin	3,8
Eiweiß	0,42
Fett	0,73
Aſche	0,61
Waſſer	9,37

lum mit Recht zu den für die Unterhaltung der thieriſchen Lebensfunktionen höchſt wichtigen Stoffen gezählt werden. Autenrieth hat Schweine mit Mehl und Sägeſpänen gemäſtet; Hartig hat nachgewieſen, daß manche Holzarten im Winter Amylum enthalten; die Champignons beſtehen großentheils aus Celluloſe.

Aus den angeführten intereſſanten Thatſachen folgt ferner, daß, da die Celluloſe vollkommen ausgebildet, und zwar am reinſten in den jungen Pflanzentheilen, vorkommt, ſie mit dem Protein zu den erſten Produkten aus den Pflanzennahrungsſtoffen gehört, und daß aus ihr (der Celluloſe) oder aus ganz auf gleiche Weiſe gebildeten Pflanzenſtoffen, namentlich aus einer in Waſſer löslichen Subſtanz (Dextrin) Amylum, Gummi und Zucker gebildet werden. Es findet ſich in ſehr vielen, beſonders in den jungen Pflanzentheilen Amylum, und namentlich in den Flechten (Pflanzen, welche hauptſächlich aus Celluloſe beſtehen) in großer Menge. In manchen Früchten, welche reich an Celluloſe ſind, iſt ſehr viel Zucker enthalten.

Die Celluloſe kann ganz einfach durch Veränderung ihrer phyſikaliſchen Beſchaffenheit und der Gruppirung ihrer Atome in jene Stoffe übergehen; die chemiſche Zuſammenſetzung iſt bei allen ziemlich übereinſtimmend. Umgekehrt ſehen wir unſer zuckerhaltiges Obſt mehlig werden, wenn es den Winter über aufbewahrt wird; eine Veränderung, wobei ſich der Zucker rückwärts in Pflanzenzellenſtoff umſetzt.

Von dieſem Geſichtspunkte aus laſſen ſich die Zellenpflanzen vorzugsweiſe zuſammengeſetzt denken aus der Verbindung: $C_{12}H_{18}O_9$ + einer verſchiedenen Quantität Waſſer und aus Proteinverbindungen, während die Gefäßpflanzen außerdem noch die ſogenannten inkruſtirenden Stoffe, d. i. die eigentliche holzbildende Subſtanz, enthalten. Dieſe zuſammen ſind die wichtigſten Pflanzenbeſtandtheile; man findet ſie überall in allen Pflanzenorganen. Während der Thier-

körper besonders aus Proteinverbindungen und der Leimsubstanz besteht, sind die Pflanzen vorzugsweise aus Protein und Cellulose gebildet. Die Cellulose ist für die Pflanzen, was der Leimstoff für die Thiere ist: beide bilden die Zellen der beiden Reiche. In diesen Zellen sind bei den Thieren wie bei den Pflanzen Proteinverbindungen als feste Theilchen enthalten, oder sie sind in den Flüssigkeiten aufgelöst, welche das Ganze durchdringen. Bei den Pflanzen werden die Zellenwände durch die Holzsubstanz verdickt, bei den Thieren scheiden sich in den Zellen Fette und andere Stoffe ab. Bei den Thieren wie bei den Pflanzen ist der Zellenstoff ein Hauptverbindungsmittel aller anderen vorkommenden Organe.

So wichtig die angeführten Thatsachen für die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung eines der Hauptbestandtheile des Pflanzenreichs sind, so bleibt uns doch in dieser Hinsicht noch Manches zu erforschen und aufzuklären übrig.

Wenn wir nämlich verschiedene Pflanzentheile mit Lösungsmitteln behandeln, um die Cellulose rein zu erhalten, so ziehen wir mit den verschiedenen Agentien verschiedene Stoffe aus. Es ist die Frage: welche Gewebe behalten wir zurück? In allen Fällen bloß die ursprüngliche Zellensubstanz, welche in den jungen Pflanzentheilen zuerst gebildet ist und die Pflanzenzellen ausmachte? Was ist aus allen den Pflanzenorganen, welche nicht mehr aus Cellulose bestehen, unter dem Einfluß jener Agentien geworden; sind sie aufgelöst? Beide Fragen lassen sich mit Bestimmtheit beantworten. Die jüngsten Pflanzentheile, welche aus Cellulose und Protein bestehen, hinterlassen nach Entfernung des letzteren denselben Stoff, welcher zurückbleibt, wenn Holz, mit einem Worte: alle anderen Pflanzentheile mit Alkalien und Säuren ausgezogen werden. Was ist von den Stoffen, welche die Zellenwände in dem Holze verdicken, aufgelöst? Ohne Zweifel Alles.

Um übrigens über die Zuſammenſetzung jener ſogenannten inkruſtirenden Subſtanz Gewißheit zu erhalten, kann man die aufgelöſten Stoffe nicht wohl niederſchlagen und analyſiren, weil, wie aus den Verſuchen von von Baumhauer (ſiehe die Note S. 204) hervorgeht und wie auch Fromberg fand, die Celluloſe durchaus nicht unauflöslich in Alkalien iſt. Durch das Ausziehen jener Stoffe mit Natron vermindert ſich die Quantität der Celluloſe immer mehr, ſo daß man ſich dieſelbe keineswegs als unauflöslich, aber als weniger auflöslich als die inkruſtirende Subſtanz zu denken hat. Die Zuſammenſetzung des inkruſtirenden Stoffes, beſonders wo er mit Celluloſe in dem Holze vorkommt, kann deshalb, ſo wie ſie von Payen angegeben iſt, nämlich $C_{17}{}^1/_2 H_{24} O_{10}$, unmöglich richtig ſein, wenn er die durch Fällung aus der alkaliſchen Löſung erhaltenen Stoffe der Analyſe unterworfen hat. Der Kohlenſtoffgehalt jenes ſogenannten inkruſtirenden Stoffes muß viel höher ausfallen, wenn man erwägt, daß man von viel Holz äußerſt wenig Celluloſe übrig behält, und die Zuſammenſetzung des Holzes und der Celluloſe mit einander vergleicht.

Es bleiben alſo noch einige Punkte zu unterſuchen übrig. Vorzüglich wichtig wäre es zu beſtimmen, welcher Art der Stoff iſt, welcher aus Celluloſe durch Behandlung mit Alkalien in der Kälte löslich gemacht wird und welcher mit Celluloſe und dem Inulin nach von Baumhauer gleiche Zuſammenſetzung hat (ſiehe die Note zu Phytelephas).

Was wir indeſſen bis jetzt über den Pflanzenzellenſtoff wiſſen, mag als ein werthvoller Beitrag zur phyſiologiſchen Chemie angeſehen werden, weshalb man die Entdeckung von Payen eine der ſchönſten nennen kann, welche in der letzten Zeit auf dem Gebiete der Phytochemie gemacht iſt.

Die ſogenannte inkruſtirende Subſtanz abzuſondern, hat, wie wir ſahen, ſeine Schwierigkeiten. Zahlreiche Verſuche ſind

angeſtellt, die Zuſammenſetzung des Holzes zu beſtimmen, aber mit wenig Glück. Peterſen und Schoedler haben eine Menge Analyſen von verſchiedenen Holzarten gemacht *), aber immer zu wenig Kohlenſtoff erhalten. Die Analyſen von Gay-Luſſac und Thénard haben zu wenig Waſſerſtoff gegeben, ſo daß man die oben (S. 199) angeführte Formel für das Holz $C_{12}H_{16}O_8$ als unrichtig verwerfen muß. Fromberg analyſirte zwei Papierſorten und fand ihre Zuſammenſetzung gleich der der Celluloſe **) und nicht mit der des Holzes übereinſtimmend.

Von Baumhauer und Fromberg haben durch eine Reihe von Verſuchen für Holz die Formel: $C_{64}H_{88}O_{39}$ feſtgeſtellt †). Dieſe Formel iſt beſonders aus der Analyſe von der harten Samenhülle des Steinobſtes abgeleitet.

Ziehen wir davon die Formel der Celluloſe ab, ſo finden wir für die der inkruſtirenden Subſtanz:

	C	H	O
Holz	64	88	39
Celluloſe	24	42	21
inkruſtirender Stoff	40	46	18.

Dieſe Formel direct zu finden, war unmöglich. Stark verdünnte Alkalien verwandeln den inkruſtirenden oder holzbildenden Stoff in Ulminſäure, welche durch eine Säure aus der alkaliſchen Löſung niedergeſchlagen werden kann. Ulminſäure iſt es, was Peligot früher gefunden ††), aber deren

*) Annalen der Pharmacie. Bd. 17. S. 142.

**) Scheik. Onderz., Deel II.

†) Scheik. Onderz., Deel II. Das Mittel aus mehreren Analyſen des Holzes hat folgende Zuſammenſetzung gegeben:

	gef.	At.	ber.
C	52,5	64	52,38
H	5,9	88	5,88
O	41,6	39	41,74.

††) Comptes Rendus, 22. Juillet 1839.

Zuſammenſetzung er nicht erkannt hat. Es iſt dieſelbe Subſtanz, welche durch eine verdünnte Säure aus Zucker gebildet wird, nämlich: $C_{40}H_{28}O_{12}$ *); ſie entſteht auch aus dem Holz durch eine ſehr verdünnte Kalilauge in gewöhnlicher Temperatur, und es iſt demnach die Frage, welcher Stoff zu ihrem Entſtehen Veranlaſſung giebt. Die Celluloſe, welche unter dieſen Umſtänden ſo viel ſchwieriger angegriffen wird, wahrſcheinlich nicht; aber gewiß hauptſächlich die ſogenannte inkruſtirende holzbildende Subſtanz. Ihre leichte Umſetzung in Ulminſäure iſt ſehr wichtig. Luft und Feuchtigkeit wirken in gleicher Weiſe in noch höherem Maaße auf Holz ein. Es iſt die inkruſtirende Subſtanz, welche fault oder vermodert, während die Celluloſe ſich lange unverändert erhält (Fäulniß des Flachſes).

Die Veränderungen, welche die inkruſtirende Subſtanz bei der Fäulniß erleidet, in Ulminſäure und darauf in Humin-, Gein-, Quellſatzſäure und Quellſäure (S. 163) läßt ſich folgendermaßen vorſtellen:

	C	H	O
inkruſtirender Stoff	40	46	18
3 Aeq. Sauerſtoff aus der Luft			3
	40	46	21
9 Aeq. Waſſer		18	9
1 Aeq. Ulminſäure	40	28	12
	40	46	21.

Wenn der inkruſtirende Stoff aus der Celluloſe ſelbſt entſteht oder aus Dextrin, d. h. aus einem durch die Pflanzenzellen geführten allgemeinen Nahrungsſtoff, ſowohl der Celluloſe als auch den Amylum-, Zucker- und Gummiarten, ſo muß bei der Holzbildung Sauerſtoff frei werden, oder es

*) Fromberg, Scheik. Onderz., Deel II. Siehe auch oben S. 160.

müſſen Verbindungen entſtehen, welche ſauerſtoffreicher ſind als die Celluloſe. Nehmen wir an, daß aus der Celluloſe ſelbſt der inkruſtirende Stoff gebildet wird, ſo geſchieht dies auf folgende Weiſe:

	C	H	O
2 Aeq. Celluloſe	48	84	42
1 Aeq. inkruſtirende Subſtanz	40	46	18
	8	38	24.

Neben einer geringen Anzahl Kohlenſtoffatome bleibt eine große Menge Waſſerſtoff- und Sauerſtoffatome übrig; der Sauerſtoff kann entweichen oder zur Bildung anderer Produkte Veranlaſſung geben.

Die Holzbildung in den Pflanzen iſt ein allgemeiner Vorgang, welcher ſelbſt in den krautartigen Pflanzen nicht fehlt. Es wird dabei, wenn das Holz aus keinem andern als einem allgemeinen Pflanzenſtoff entſteht, d. h. aus einer Verbindung, welche Kohlenſtoff und Waſſer enthält, ſtets Sauerſtoff frei, welcher hie und da entweicht. Aber trifft dieſer Sauerſtoff orydationsfähige Subſtanzen, ſo kann eine neue Reihe ſauerſtoffreicher Produkte entſtehen. Auf dieſe Weiſe bildet ſich vielleicht die Oxalſäure, nämlich durch Orydation des Zuckers, z. B. im Sauerklee auf Koſten des bei der Holzbildung frei gewordenen Sauerſtoffs, gleich wie ſie künſtlich aus Zucker durch Salpeterſäure dargeſtellt wird. Ebenſo werden vielleicht in anderen Pflanzen andere ſauerſtoffreiche Verbindungen erzeugt (ſiehe Entwickelung des Sauerſtoffs durch die Pflanzen). Die Erzeugung eines allgemeinen Stoffes in den Pflanzen, welcher ſauerſtoffärmer iſt als ein anderer, woraus er entſtanden iſt, muß hier die Bildung von dieſem, dort von jenem ſauerſtoffreichen Körper veranlaſſen, je nachdem die Stoffe und die Umſtände verſchieden ſind.

Was endlich die Verwandlung des Holzes durch Schwe-

felſäure in Dextrin und Zucker betrifft, ſo beſchränkt ſich dieſelbe allein auf die Celluloſe, die es enthält, worin Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß, um Waſſer zu bilden, vorkommt; die inkruſtirende Subſtanz kann kein Dextrin und Zucker liefern. Es iſt unbekannt, was daraus unter dem Einfluß von Säuren wird, die bisherigen Annahmen ſind in jedem Falle für unbegründet zu halten.

In Betreff der chemiſchen Eigenſchaften der Zellenmembranen, welche, wie ſie ſich in der Pflanze finden, ſicher nicht ganz, aber doch großentheils aus Celluloſe beſtehen, iſt noch zu bemerken, daß in den allerjüngſten immer Protein vorkommt, und daß dieſes, obgleich es ſpäter wieder aufgelöſt und fortgeführt werden kann, für die Zellenbildung der Pflanzen unentbehrlich zu ſein ſcheint. Payen fand in den jüngſten Theilen der Wurzeln ſtets einen ſtickſtoffhaltigen Körper, und eine einfache Digeſtion deſſelben mit einem verdünnten Alkali liefert uns Proteinverbindungen.

Ebenſo nothwendig, wie die Celluloſe zur Zellenbildung, ſcheint auch das Protein zu ſein. Da aber das letzte ſpäter aus den Zellen ganz oder großentheils verſchwindet, ſo ſcheint es durch die Pflanzenſäfte aufgelöſt, anderen Pflanzentheilen zugeführt und dort zu anderen Zwecken verwandt zu werden.

Eine andere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Zellenmembran iſt, daß, obgleich aus Celluloſe zuſammengeſetzt, ſie doch verſchiedene chemiſche Zuſtände annehmen kann.

Mohl und Schleiden *) haben gefunden, daß die Zellenmembran mancher Pflanzentheile durch Jod blau gefärbt wird, als wenn ſie Amylum enthielte. Der Embryo von Schotia speciosa, die Zellen der Cotyledonen von Tropaeolum majus, hybridum und minus, und noch viele andere Pflanzen gaben mit Jod eine ſtarke blaue Reaktion.

Obgleich die Reaction des Jods auf die Zellenmembran

*) Flora 1840, p. 609 und 737.

nicht für entſcheidend gehalten werden kann, ſo iſt ſie doch in Betracht des Verhaltens der Stärke gegen Jod zu wichtig, um hier übergangen zu werden. Sie führt zu dem Schluß, daß die in der Zuſammenſetzung dem Amylum ſo nahe ſtehende Celluloſe manchmal wirklich eine Umſetzung zu Amylum erleidet, aber doch noch die Form der Zellenmembran behält (ſiehe Moosſtärke) *).

Ueber die Zuſammenſetzung der verſchiedenen Pflanzenorgane ſind wir noch im Unklaren. Reade hat zwar zu beweiſen geſucht †), daß die Spiralgefäße und das Zellengewebe ſehr verſchiedene Zuſammenſetzung haben, aber ſeine Analyſen tragen den Stempel der Ungenauigkeit und Unrichtigkeit. Mitſcherlich hat indeſſen von drei Organen Analyſen gemacht und 45,98 Kohlenſtoff im Flachs, 48,88 Kohlenſtoff in den reinen Spiralgefäßen des Piſang und 50,65 Kohlenſtoff in dem Zellengewebe der innerſten Theile des Hollundermarks und in allen Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß, um Waſſer zu bilden, gefunden. Aber es ſind dieſer Analyſen zu wenige, um daraus einen Schluß zu ziehen. Wir ſind darüber noch ganz im Dunkeln. Die Schwierigkeit, die Organe rein zu bekommen, darf indeſſen von einer ſolchen Unterſuchung nicht abſchrecken. Man irrt, wenn man glaubt, daß wir ſeit der Entdeckung der Celluloſe eine genaue chemiſche Kenntniß der Pflanzenorgane beſitzen; im Gegentheil iſt noch Alles zu thun übrig, um zu einer genügenden Kenntniß der Pflanzenfunktionen, abgeleitet aus der chemiſchen Natur der Stoffe, zu gelangen. Bei der Digeſtion von Pflanzentheilen mit einem Alkali erhält man mancherlei Subſtanzen, welche einen conſtanten Kohlenſtoffgehalt von etwa 46 % beſitzen und deſſen Kohlenſtoff dem-

*) Die Zellenmembran der Hefezellen iſt $C_{12}H_{20}O_{10}$, und nicht $C_{24}H_{42}O_{21}$. (S. Hefe.)

†) London and Edinburgh Phil. Maj. 1837, p. 418.

nach nicht ſchwer zu dem der Celluloſe zurückzubringen iſt. Es ſcheint alſo ein inniger Zuſammenhang zwiſchen der Celluloſe und einem andern mehr kohlenſtoffhaltigen Stoffe zu beſtehen, welcher Beachtung verdient. Alles endlich inkruſtirende Subſtanz zu nennen, was den Kohlenſtoff der Celluloſe erhöht, ſcheint mir aus vielen Gründen unzuläſſig.

Stärkearten.

Mit dem Pflanzenzellenſtoff in der Zuſammenſetzung und den Eigenſchaften ſehr nahe verwandt iſt ein unter drei verſchiedenen Formen allbekannter Stoff, die Stärke. Sie iſt ohne Zweifel ein Produkt des Dextrins oder der Celluloſe und gehört alſo nicht zu den primitiven, ſondern zu den ſekundären Gebilden. Wegen ihres Einfluſſes auf die Funktionen der Pflanzen und ihrer allgemeinen Verbreitung in dem Pflanzenreiche gebührt ihr hier eine Stelle.

Die drei Modifikationen der Stärke ſind: das Amylum oder das gewöhnliche Stärkemehl, die Mooſsſtärke und das Inulin. Erſteres iſt ein Uebergangsſtoff vom Dextrin zur Celluloſe, die Mooſsſtärke vom Amylum zum Dextrin, das Inulin vom Amylum zum Zucker. Die beiden letzten füllen alſo die Lücken in der Reihe der vier Hauptſtoffe: Celluloſe, Amylum, Dextrin und Zucker, und erleichtern den Uebergang der einen Subſtanz in die andere.

Gewöhnliche Stärke. Wie bei der holzbildenden Subſtanz, welche die Zellenmembran in Holz verwandelt, ſo finden wir auch eine Juxtapoſition bei den mannigfach im Pflanzenreiche vorkommenden körnigen Körperchen, welche in der letzten Zeit die Botaniker und Chemiker ſo ſehr beſchäftigt haben und welche lange zu bedeutenden Streitigkeiten Veranlaſſung gaben.

Leeuvenhoek hat in dieſer Beziehung eine Beobachtung gemacht, welche von vielen franzöſiſchen Chemikern

wiederholt und erweitert iſt, von einigen angegriffen, von anderen nachdrücklich vertheidigt wurde. Er fand nämlich *), daß Amylumkörnchen, wenn ſie unter Waſſer erhitzt werden, verſchwinden und nichts als Häutchen zurücklaſſen. Dieſelben Häutchen fand er in den Excrementen der Vögel, welche von Körnern leben, und zog aus beiden Beobachtungen den Schluß, daß das Amylum aus einem Kern beſteht, welcher den Nahrungsſtoff enthält, und aus einer nicht nährenden unlöslichen äußeren Hülle.

Erſt im Jahre 1812 iſt dieſe Unterſuchung von Villars wiederholt und ſpäter von Raſpail weiter ausgedehnt.

Payen und Perſoz **) haben indeſſen durch viele Verſuche bewieſen, daß das Amylum aus 0,995 eines ganz und gar in Waſſer unlöslichen Stoffes beſteht. Dadurch war die frühere Anſicht widerlegt, daß ein auflöslicher, wie Gummi ſich verhaltender Stoff in Amylum enthalten ſei, und die homogene Beſchaffenheit der Amylumkörnchen erwieſen, welche aus auf einander gelagerten concentriſchen Schichten zu beſtehen ſcheinen; eine Thatſache, welche nachher durch Fritſche †) und Andere vollkommen beſtätigt iſt. Durch verſchiedene Reactionen bewies Payen ††), daß die inneren und äußeren Theile des Amylums ſich abſolut auf dieſelbe Weiſe verhalten und daß ſie mit Waſſer, Jod, Diaſtaſe und Säuren dieſelben Produkte liefern. Er entwarf eine Zeichnung der Amylumkörnchen, wie ſie ſich unter dem Einfluß des Drucks und der genannten Reactionsmittel verhalten, und ließ über die einförmige Zuſammenſetzung derſelben kei-

*) Eine ausführliche Literatur des Amylums findet man bei Payen in den Annales des Sc. Nat. Juillet 1838, p. 8 en Aout p. 65 und bei Cop, Dissertatio, continens quaedam de Amylo. Dordraci 1841.

**) Annales de Ch. et de Phys. 1833, Tom. 53, p. 73; Tom. 56, p. 337.

†) Poggendorff's Annalen, Bd. 32, S. 129.

††) Annales des Sc. Nat. 1838, Aout p. 69.

nen Zweifel übrig. Es ſteht alſo feſt, daß die Amylumkörnchen in allen ihren Theilen, welche aus concentriſch auf einander liegenden, in kaltem Waſſer unauflöslichen Schichten zuſammengeſetzt ſind, aus einem homogenen Stoff beſtehen. Die Form der Körnchen iſt in allen Fällen rund oder oval, wo ſie in einer Flüſſigkeit frei gebildet werden oder eine Zelle nicht ganz anfüllen. Iſt dies aber der Fall, ſo werden ſie polyedriſch und nehmen in verſchiedenen Pflanzen verſchiedene Geſtalten an, je nachdem ſie unter verſchiedenen Verhältniſſen entſtanden ſind. Sie kommen in den meiſten Pflanzentheilen vor und fügen ſich nach der Form der Zellen, in denen ſie abgeſondert liegen.

In gewöhnlicher Temperatur bindet das Amylum eine bedeutende Menge Waſſer und verliert dies erſt nach lange fortgeſetztem Trocknen. Bei 20° in der Luft enthält es 18 % oder 4 Aeq.; bei 20° im trocknen luftleeren Raume 9,92 % oder 2 Aeq.; zwiſchen 100° und 140° beſteht es aus $C_{12}H_{20}O_{10}$. Payen iſt der Anſicht *), daß es in ſeinen Verbindungen mit Baſen, z. B. Bleioxyd, aus $C_{12}H_{18}O_9$ beſteht; aber dies hat ſich nicht beſtätigt. Seine Formel iſt auch in der Bleiverbindung: $C_{12}H_{20}O_{10}$ **). Bis 200° er-

*) Ann. des Sc. Nat. Aout 11.

**) Nach Payen hat Bleiamylat, bei 180° getrocknet, folgende Zuſammenſetzung (Annales de Ch. et de Phys. Tom. 65, p. 253):

	gef.	At.	ber.
C	19,66	12	19,45
H	2,37	18	2,38
O	19,07	9	19,17
PbO	58,90	2	59,00

Kartoffelſtärke bei 100° und bei 145° getrocknet gab ihm:

	100°	145°
C	43,81	45,69
H	6,10	6,37
O	50,09	47,94

Hieraus ſcheint hervorzugehen, daß Amylum bei 100° nicht völlig getrocknet werden kann. Berzelius hat indeſſen bei 100° getrocknete Stärke analyſirt und folgende Zahlen erhalten:

	gef.	At.	ber.
C	44,25	12	44,91
H	6,67	20	6,11
O	49,08	10	48,98

hitzt, färbt es sich gelb und ist dann zum großen Theile im kalten Wasser löslich geworden. Wird derselbe Versuch mit wasserhaltigem Amylum in einem hermetisch verschlossenen Rohre angestellt, so erhält man es bei 200° durch den Einfluß des heißen Wasserdampfes vollkommen geschmolzen. — Mit Wasser erhitzt, beginnt es bei 72° Kleister zu bilden, dessen Zusammenhang bei stärkerem Erhitzen bis 100° zunimmt. Dabei dehnen sich die Amylumtheilchen bedeutend aus und gehen durch die Poren eines Filters. Die Spitzen der Wurzelzasern sind indessen nicht im Stande, Amylumtheilchen zu assimiliren. Junge Pflänzchen, in eine Stärkelösung gebracht, nehmen das Wasser daraus auf und präci-

---

Obgleich hieraus folgt, daß Amylum bei 100° wirklich C_{12} H_{20} O_{10} ist, so war doch bei dem fortgesetzten Streit über Amylum, Gummi und Zucker und bei der nachdrücklichen Behauptung, daß alle jene Körper durch 2 At. Bleioxyd 2 At. Wasser verlören, eine Wiederholung der Analyse der bei 140° getrockneten Stärke nicht überflüssig. Sie hat mir gegeben (Bulletin 1838, p. 40):

C	44,47
H	6,28
O	49,25

und also C_{12} H_{20} O_{10}.

3,101 Th. Amylum bei 100° getrocknet und darauf bis 180° verloren Nichts an Gewicht.

1,467 Th. Amylum bei 130° getrocknet, wurden durch warmes Wasser in Kleister verwandelt, und darauf mit 3,114 Th. bis 130° erhitztem Bleioxyd vermischt, bei 140° und endlich im trocknen luftleeren Raume bei 180° getrocknet. Vor dem Versuch hatte man:

Bleioxyd 1,467	4,581	Nach dem Versuch
Amylum 3,114		4,379.

Das Amylum hat also bei 100° und 145° getrocknet und in der Bleioxydverbindung die Formel: $C_{12}H_{20}O_{10}$.

Wenn also aus Cellulose Amylum entsteht, so muß außer einer Umsetzung der Molekule auch Abscheidung von $\frac{1}{2}$ Aeq. Wasser Statt finden, und umgekehrt bei der Bildung der Cellulose aus Stärke Aufnahme derselben Menge.

Die Anomalie, daß 2 At. Bleioxyd nicht 2 At. Wasser in der Stärke ersetzen, verdient besondere Beachtung; aber dieser Anomalie wegen kann man doch die Thatsachen nicht anders interpretiren, als sie wirklich sind. Wahrscheinlich verliert das Amylum das letzte Aeq. Wasser unter dem Einfluß von Bleioxyd erst bei der Temperatur, wobei es selbst zersetzt wird. Daß dies letzte Aeq. Wasser weit über 100° hinaus in der Bleiverbindung zurückgehalten werden kann, sehen wir beim Zucker. (S. die Note bei Zucker.)

pitiren die Amylumtheilchen an der Oberfläche der Wurzelzaſern. Die Volumenvergrößerung der Amylumkörnchen erfolgt beſonders und dann ſchon in gewöhnlicher Temperatur, wenn man dem Waſſer eine geringe Quantität Alkali zugeſetzt hat; ferner, obgleich in geringerem Maaße, durch verdünnte Schwefelſäure.

Verdünnte Säuren verwandeln die Stärke bei einer höheren Temperatur in Humin und Huminſäure; rauchende Salpeterſäure in Xyloidin, welches nach Buys Ballot $C_{15}H_{24}N_2O_{16}$ iſt, und nach folgendem Schema entſteht:

$$5\ (C_{12}H_{20}O_{10}) - 2\ H_2O + 4\ N_2O_4 = 4\ (C_{15}H_{24}N_2O_{16}).$$

Jod verbindet ſich damit nach Laſſaigne in einem beſtimmten Verhältniß und bildet einen eigenthümlichen blau gefärbten Körper; man bedient ſich dieſer Reaction, um Spuren von Stärke zu entdecken. Jene Verbindung wird bei einer Temperatur von 66° farblos und färbt ſich wieder beim Erkalten. Nicht in Kleiſter veränderte Stärkekörnchen färben ſich ebenfalls; Jod iſt daher bei mikroſkopiſchen Unterſuchungen ein unentbehrliches, obgleich nach Payen *) nicht immer ſicheres Reactionsmittel. 10 Aeq. Amylum nehmen nach Payen als Maximum 1 Aeq. Jod auf, und dieſe Verbindung ſoll keine chemiſche ſein, ſondern, ſowie die Farbſtoffe bei dem Färben vom Kattun von dem Gewebe angezogen werden, durch molekulare Anziehung zu Stande kommen. Nach Payen's Anſicht verbindet ſich eine Gruppe Amylummolekule phyſikaliſch, capillär mit einem Molekül Jod, und dadurch erklärt er, daß Alkohol und andere Körper, welche Jod auflöſen können, den Jodgehalt der Amylumverbindung vermindern: in der That eine Annäherung zwiſchen der phyſikaliſchen und chemiſchen Anziehung, welche Beachtung verdient.

Es iſt bemerkenswerth, daß die Amylumkörnchen in den

*) Ann. des Sc. Nat. Aout 1838, p. 114. Siehe S. 212 oben.

verſchiedenſten Pflanzentheilen vorkommen und unter dem Einfluß der Vegetation wieder verſchwinden können, d. h. aufgelöſt und durch die Pflanzenſäfte andern Theilen zugeführt werden, um daſelbſt neue Stoffe zu erzeugen. Dieſe Thatſache iſt um ſo intereſſanter, weil Celluloſe, oder der zuerſt erzeugte feſte Pflanzenbeſtandtheil mit Amylum faſt gleiche Zuſammenſetzung hat, ebenfalls hie und da aufgelöſt wird und alſo unter gewiſſen Verhältniſſen, nachdem ſie zuerſt in Dextrin umgewandelt iſt, in aufgelöſter Form als Pflanzenſaft, zur Bildung von Amylum Gelegenheit giebt, während letzteres ſeinerſeits ſich wieder in andere Stoffe verwandelt.

Junge Pflanzentheile, die Spitzen der Wurzelzaſern und die jungen Sprößlinge enthalten nach Payen *) kein Amylum, ſondern Celluloſe und proteinartige Stoffe. Das Amylum entſteht alſo erſt, nachdem die Theile, worin es ſich ablagert, eine gewiſſe Entwickelung erhalten haben und wenn die aufgenommenen Nahrungsſtoffe zur Bildung der erſten nothwendigen Beſtandtheile nicht ſämmtlich verbraucht werden. Payen fand die Amylumkörnchen weder in den Gefäßen, noch in den Intercellulargängen, der Epidermis und den nahe liegenden Zellen; wenn davon etwas vorkommt, ſo iſt es in der Form von aufgelöſtem Amylum oder von anderen daraus entſtandenen Stoffen.

Es iſt ferner bemerkenswerth, daß man in den Zwiebeln, deren Schuppen ſehr reich an Amylum ſind, wenig oder gar nichts mehr davon findet, wenn ſie dem Lichte ausgeſetzt waren. Das Licht vernichtet alſo die Stärke, d. h. es veranlaßt die Bildung anderer Stoffe (ſiehe Chlorophyll). Dies erklärt, warum in den Pflanzentheilen über der Erde ſich weit weniger Stärke findet als in den Wurzeln, Knollen u. ſ. w. und daß ihr Vorkommen in den Stengeln der Pflan-

*) Ann. des Sc. Nat., Oct. 1838, p. 202.

zen ſich beſonders auf das Mark derſelben beſchränkt. Bei den Caktus-Arten findet man die Körner um ſo größer, je weiter man in das Innere der Blätter eindringt (Payen).

Daß die Amylumkörnchen aus den Pflanzenſäften entſtehen und daß ihre Rudimente erſt flüſſig ſind, folgt aus der Bildungsweiſe feſter organiſcher Stoffe im Allgemeinen. Die Geſtalt des erſten Amylumkörnchens muß daher ſphäriſch ſein, ein Kügelchen, welches ſich frei in einer Flüſſigkeit bewegt und worauf ſich die gelöſten Amylumelemente als dünne Lamellen in concentriſchen Schichten fortwährend abſetzen. Jedes Körnchen iſt indeſſen durch ein Etwas an die Wände der umſchließenden Zelle befeſtigt, durch ein Organ, über deſſen Funktion noch Nichts bekannt iſt. Je freier alſo das Körnchen in den Säften ſich bewegen kann, um ſo größer muß es werden; was in der That auch geſchieht, indem die ſaftreichen Pflanzentheile größere Körner beſitzen als die trockneren (Payen). Daher kommt es auch, daß ſie verſchiedene Formen, polyedriſche Geſtalten annehmen, wenn viele in einer Zelle angehäuft und gegen einander gepreßt werden, wie in dem Mais, wo ſie mit einer hornartigen Hülle umgeben ſind, oder bei Cicas circinalis, wo ungefähr die Hälfte der Körner rund iſt, die andere Hälfte mit polyedriſcher Geſtalt, die den Raum anfüllt, welchen die ſphäriſchen Körnchen zwiſchen ſich offen gelaſſen haben. Durch gegenſeitigen Druck erhalten ſie ihre polyedriſche Form; daſſelbe findet Statt, wenn ſich feſte Proteinverbindungen oder andere Körper dazwiſchen legen, wie bei den Bohnen, Erbſen u. ſ. w., im Allgemeinen bei den albuminhaltigen Samen. Da indeſſen die Amylumkörnchen ſelbſt niemals Albumin — d. h. im chemiſchen Sinne — enthalten, ſondern davon umgeben ſind, ſo läßt ſich daraus folgern, daß die Amylumſtoffe ſich zuerſt in den Pflanzenſäften als feſte Körperchen abſondern und daß erſt nachher der ſogenannte coagulirte Eiweißſtoff abgeſchieden wird. Ebenſo iſt es mit anderen Subſtanzen, Kalk-

ſalzen, ölartigen Stoffen u. ſ. w., wovon immer Spuren an der Oberfläche und auf der äußerſten Schicht der Amylumkörnchen vorkommen und wodurch dieſe noch weniger im Waſſer löslich werden (Payen). Es iſt bewieſen, daß die Amylumkörnchen während der Vegetation ganz oder zum Theil aufgelöſt werden können. Payen hat mehrere intereſſante Beobachtungen gemacht, welche die Auflöſung der äußerſten Schichten der Körnchen oder das gänzliche Verſchwinden derſelben darthun. Bei dieſem Proceß bildet ſich nach ihm aus dem Amylum Dextrin und Zucker, und der die Auflöſung bedingende Stoff iſt Diaſtaſe, deſſen Einwirkung auf das Amylum auch außerhalb der Pflanzen genau bekannt iſt. Dieſe Veränderung geht in den Kartoffeln bei dem Erfrieren vor ſich, wo das Amylum ganz in Zucker verwandelt wird; ebenfalls bei dem Keimen, wo aus der Kartoffel alles Amylum verſchwindet und Zucker an deſſen Stelle tritt. Die Erzeugung der Diaſtaſe in keimenden Samen iſt, obgleich keine Analyſen darüber vorliegen, in hohem Grade wahrſcheinlich.

Nach de Candolle *) nimmt die Quantität der Stärke in den Kartoffeln bis zum Zeitpunkt ihrer Reife faſt eben ſo zu, wie ſie nach dieſer Zeit abnimmt. Im Auguſt gaben 100 Pfund Kartoffeln 10 Pfund Stärke, im September 14,5 Pfund, im October 14,75 Pfund, im November 17 Pfund. Dieſer Gehalt bleibt während des Januars und Februars conſtant, nimmt ab im März, ſo daß er im April bereits auf 13,75 Pfund und endlich im Mai auf 10 Pfund zurückgekommen iſt.

Daſſelbe Reſultat würden viele Samen, Wurzeln und im Allgemeinen die amylumhaltigen Pflanzentheile geben, wenn man ſie in dieſer Beziehung unterſuchte. Es beweiſt, daß ſowohl die Erzeugung des Amylums wie deſſen Ver-

*) Phys. Végét., Tom. I. p. 181.

ſchwinden ein gewöhnlicher chemiſcher Proceß iſt, woran die Pflanze keinen Theil nimmt; eine Wirkung, welche von Stoffen ausgeht, die mit einander in Berührung ſind und unter dem Einfluß ſteigender und abnehmender Temperatur die Amylum-Bildung und -Vernichtung abwechſelnd bedingen.

Was aus dem Amylum wird, iſt genauer bekannt, als woraus das Amylum entſteht. Verſuche haben gelehrt, daß Dextrin und Zucker nie unter den neuen Produkten fehlen, wenn Amylum aus einem Pflanzentheil verſchwindet. Es iſt nicht zu bezweifeln, daß jene Stoffe unter entgegengeſetzten Verhältniſſen wieder Amylum erzeugen können. Aehnlicher Erſcheinungen giebt es eine Menge in der organiſchen Natur: z. B. die Ablagerung von Fett in dem thieriſchen Zellengewebe und deſſen Auflöſung zu anderen Zeiten; die Abſcheidung der Muskelfaſern in den Muskeln, die Auflöſung derſelben in Krankheiten und die abermalige Ausſcheidung während und nach der Wiederherſtellung. Solche Erſcheinungen ſind häufig.

Das Amylum erleidet dieſelbe Veränderung in ausdauernden Pflanzentheilen; es ſcheint in manchen Pflanzen eine ähnliche Funktion zu erfüllen, wie das Fett bei den Thieren, nämlich ſich auszuſcheiden, um ſpäter wieder aufgenommen und zum Stoffwechſel verwandt zu werden.

Zwei Funktionen des Amylums ſind außer der Dextrin- und Zuckerbildnng noch bekannt: nämlich die Erzeugung von Fett und Chlorophyll. Von beiden wird ſpäter die Rede ſein.

Moosſtärke. Das Gewebe vieler Zellenpflanzen giebt beim Auskochen mit Waſſer einen gallertartigen Stoff, der ſich in ſeiner Zuſammenſetzung dem Amylum ſehr nähert. Uebrigens hat jene Subſtanz nicht immer dieſe Zuſammenſetzung. Aus anderen Pflanzen ähnlicher Art erhält man einen wahren Pflanzenſchleim, z. B. aus Sphaerococcus crispus. Die Bezeichnung amylumartiges Gewebe

für das Gewebe der genannten Pflanzen muß daher mehr beſchränkt werden, als bis jetzt geſchieht.

In welcher Form der erſtgenannte Stoff, die gallertartige Subſtanz, welche beim Auskochen z. B. von Isländiſchem Moos erhalten wird, in den Pflanzen vorkommt, iſt unbekannt. In den feinen haarförmigen Zellen, woraus jene Pflanzen hauptſächlich beſtehen, findet man zwar viele kleine Kügelchen, welche durch Kochen aufgelöſt werden; aber deren Zahl reicht nicht hin, um die große Quantität Mooſsſtärke zu liefern, welche man daraus beim Kochen erhält (Meyen, Phyſiologie). Wahrſcheinlich wird dieſe Stärke durch das Kochen nicht gelöſt, ſondern aus einem Beſtandtheil der den Zellenſtoff einſchließenden Subſtanzen jener Pflanzen erzeugt. Man ſieht nämlich während des Kochens die Zellenmembran ſich immer mehr löſen und dünn und locker werden, während ſie zuvor einige Dicke und Feſtigkeit beſaß. Gut ausgekocht und darauf mit den bei der Celluloſe angeführten Löſungsmitteln ausgezogen, hinterlaſſen die genannten Pflanzen endlich Celluloſe (ſiehe S. 199). Der dem ganzen Pflanzengewebe gegebene Name »amylumartiges Gewebe« iſt daher, wie ſchon geſagt, ungenau; es kommt darin wahre Celluloſe $C_{24}H_{42}O_{21}$ und ein Stoff vor, welcher ſich beim Kochen mit Waſſer in die bekannte Mooſsſtärke verwandelt.

Payen hat früher ſchon angenommen, daß in der Stärke des Isländiſchen Mooſes auch Inulin enthalten ſei *). Durch ſpätere Unterſuchungen fand er dieſe Anſicht beſtätigt **); aber die Quantität des Inulins iſt äußerſt gering.

Verſetzt man ein Flechtendekokt mit baſiſch eſſigſaurem Blei, ſo fällt bloß ein Bleiamylat nieder, während das Inulin aufgelöſt bleibt. Wenn man durch die abfiltrirte Flüſſigkeit Schwefelwaſſerſtoffgas leitet, filtrirt und abdampft, ſo erhält

*) Berzelius' Lehrbuch. Bd. VIII. S. 452.

**) Annales des Sc. Nat., Aout 1840, p. 85, Bot.

man nur wenig nicht kryſtalliſirbaren, aus dem Inulin gebildeten Zucker. Aus dem Bleiamylat ergiebt ſich die Zuſammenſetzung der Mooſsſtärke gleich der der gewöhnlichen Stärke: $C_{12}H_{20}O_{10}$, und alſo nicht, wie Payen angiebt, = $C_{12}H_{18}O_9$ *).

Da die Celluloſe aller Pflanzen und auch der Flechten = $C_{12}H_{20}O_{10} + \frac{1}{2}$ aq. iſt, ſo läßt ſich die Bildung der Mooſsſtärke leicht erklären; denn im Allgemeinen kann man Celluloſe und Dextrin als diejenigen Stoffe betrachten, woraus ſich das Amylum und der Zucker der Pflanzen erzeugt, während die Celluloſe ihrerſeits aus Dextrin entſteht. Uebrigens findet man ½ Aeq. Waſſer mehr in der Celluloſe als im Amylum, weshalb die Gruppirung ihrer Theile ſich nicht bloß phyſikaliſch, ſondern auch chemiſch unterſcheidet. Darum

---

*) Im Jahre 1838 von der Mooſsſtärke angeſtellte Analyſen ergaben dafür folgende Zuſammenſetzung (Bulletin 1838, p. 41):

	gef. I.	gef. II.	At.	ber.
C	44,71	45,13	12	44,92
H	6,26	6,34	20	6,11
O	49,03	48,53	10	48,97

Das Atomgewicht war zu 1021 beſtimmt, dies iſt die Hälfte von $C_{12}H_{20}O_{10}$ = 2042,04.

Bei dieſen Verſuchen beobachtete ich, daß das erſte Dekokt ſich durch Jod ein wenig bläute, während das Uebrige ſich gelb färbte. Dieſe beiden Farben gehen in Grün über, wenn man die beiden Stoffe vermiſcht. Ich bemerkte zu gleicher Zeit, daß dieſelbe grüne Farbe entſteht, wenn man gewöhnliche Stärke und Inulin im Waſſer löſt und Jod hinzufügt.

Payen hat ſpäter auf die Gegenwart von Inulin aufmerkſam gemacht, die Richtigkeit dieſer Beobachtung iſt auf die im Text angegebene Weiſe vollkommen bewieſen.

Das Dekokt jener Flechte, mit Alkohol niedergeſchlagen, giebt alſo ein Gemenge von Amylum und Inulin, und obgleich beide ſich nur durch ½ Aeq. Waſſer unterſcheiden, ſo war doch eine Analyſe von reiner Inulinfreier Mooſsſtärke nicht überflüſſig.

Eine Auflöſung derſelben in Waſſer wurde zu dieſem Zweck von Beckers mit baſiſch eſſigſaurem Blei gefällt; dabei blieb das Inulin in der Flüſſigkeit. Der gut ausgewaſchene und bei 120° getrocknete Niederſchlag gab für die reine Mooſsſtärke:

C	44,48
H	6,00
O	49,52

Dies iſt wiederum die Zuſammenſetzung des Amylum oder $C_{12}H_{20}O_{10}$.

ist die inulinfreie Moosstärke nicht Cellulose, sondern chemisch davon verschieden.

Sie unterscheidet sich übrigens wesentlich von der gewöhnlichen Stärke. Dies zeigt bereits die Färbung durch Jod. In dem Dekokt der Moosstärke findet sich nur eine sehr geringe Menge Inulin, nichtsdestoweniger ist die durch Jod erzeugte Färbung eine grüne. Diese grüne Farbe kommt allein bei einem geringen Gehalt an Amylum und viel Inulin zum Vorschein. Ein verdünntes Dekokt von Isländischem Moos, durch Jod gefärbt und einige Zeit in Ruhe gelassen, zeigt eine gelbe untere und eine blaue obere Schicht. Es enthält also sowohl gewöhnliches Amylum als auch Inulin; aber da die große Quantität der durch Jod gelb und blau gefärbten Stoffe zu den geringen Mengen des durch basisch essigsaures Blei gefällten Amylum und Zucker (aus dem Inulin erzeugt) in keinem Verhältniß steht, so muß noch eine dritte Amylumart im Isländischen Moos enthalten sein; eine Stärkeart, welche ebenso wie Inulin durch Jod gelb gefärbt und gleich dem Amylum durch basisch essigsaures Blei gefällt wird; sie muß die Hauptmasse der Moosstärke ausmachen.

Nichts ist indessen natürlicher als Uebergangsformen von Cellulose zu Körpern, welche an Amylum und Dextrin oder an Amylum und Zucker gränzen, da alle drei ohne Zweifel aus dem Zellenstoff selbst entstehen, oder vielmehr aus Molekülen, welche dazu bestimmt, Zellenstoff zu bilden, durch eine kleine Verschiedenheit der Umstände eine andere Form annehmen.

Verschiedene Moosarten enthalten verschiedene Amylumarten. Durch Auskochen von Lichen fastigiatus erhält man eine solche, welche ebenso wie die Stärke des Isländischen Mooses sich beim Abdampfen mit einer Haut überzieht, aber beim Abkühlen nicht zu einer Gallerte gesteht. Lichen fraxineus giebt beim Auskochen eine ähnliche Amylumart, welche

auch beim Abkühlen keine Gallerte bildet. Das erſtere giebt mit baſiſch eſſigſaurem Blei, wodurch die gewöhnliche und Isländiſche Moosſtärke ſtark gefällt werden, eine gelatinöſe durchſcheinende Fällung; letzteres wird dadurch gar nicht niedergeſchlagen. Galläpfelaufguß, welcher die gewöhnliche und die Moosſtärke fällt, giebt mit den beiden letzten Arten keinen Niederſchlag.

Es giebt alſo verſchiedene Amylumarten, und wahrſcheinlich Verbindungen von Amylum mit Dextrin oder mit Zucker. Von dem letzteren Fall werden wir ein Beiſpiel in dem Inulin kennen lernen.

Das Stärkemehl der Kryptogamen iſt zu wiederholten Malen unterſucht worden. Vogel hat es z. B.*) und nach ihm Dietrich mit Jod geprüft**). Bei den Flechten erhielt Vogel keine blaue, ſondern eine grüne Färbung. Nach Meyen wird indeſſen das ganze Pflanzengewebe durch Jod gebläut; aber da dieſer Stoff ſich durch Kochen nicht in Kleiſter verwandelt, ſo hat Schleiden ihn Amyloid genannt. In den Stengeln der Lykopodiaceen, in dem Zellengewebe der Rhizocarpeen, in den ſogenannten Antheren der Chara hat Vogel Amylum nachgewieſen, Dietrich in Parmelia, Sticta pulmonacea, Sphaerococcus crispus, Sphaerococcus Helminthochorton u. ſ. w. Wir haben übrigens oben p. 212 geſehen, daß die Reaktion mit Jod allein nicht immer genügt, um die Gegenwart von Amylum zu beweiſen, indem Mohl und Schleiden beobachteten, daß bei manchen Pflanzen die Zellenmembran ſelbſt durch Jod gebläut wurde. Zwiſchen dem eigentlichen Zellenſtoff und dem Inulin liegen eine Menge Uebergangsformen, wovon das Amylum nur ein einziges Glied ausmacht.

Inulin. In vielen Pflanzen — ſogar in viel größerer

*) Linnaea, Bd. 13, p. 59.

**) Erdmann's und Marchand's Journal, 1842, Bd. 25, Heft 6, p. 377.

Verbreitung als das gewöhnliche Amylum, aber oft überſehen — beſonders in Dahlia, Helenium, Taraxacum kommt ein Stoff vor, welcher durch kochendes Waſſer ausgezogen, ſich beim Erkalten niederſchlägt; welcher durch wiederholtes Kochen und Erkalten endlich auflöslich wird, und der durch anhaltendes Kochen mit Waſſer *) und nach Payen auch mit Eſſigſäure **) in nicht kryſtalliſirbaren Zucker übergeht. Jener Stoff zeigt im Kohlenſtoffgehalt kleine Differenzen, je nachdem er ſich aus einer erkaltenden Löſung leichter niederſchlägt, in welchem Falle er mehr Kohlenſtoff giebt, oder wenn er in kaltem Waſſer auflöslich geworden iſt, wobei der Kohlenſtoffgehalt ſich vermindert hat.

Es ſind viele Analyſen angeſtellt, ehe man die wahre Zuſammenſetzung des Inulins erkannte †). Die Leichtigkeit,

*) Bulletin 1838. Scheik. Onderz., Deel. I.

**) Annales des Sc. Nat., Bot. 1840, p. 86.

†) Ich habe Inulin von Taraxacum und Helenium analyſirt und die folgende Zuſammenſetzung gefunden (Bulletin 1838. p. 41).

	Taraxacum	Helenium	At.	ber.
C	44,75	45,04	12	44,91
H	6,20	6,28	20	6,11
O	49,05	48,68	10	48,98

Parnell hat darauf (Annalen der Pharmacie und Chemie, Bd. 39, S. 213) für Inulin aus Dahlia gefunden:

	I.	II.	III.	At.	ber.
C	43,95	44,07	43,90	24	43,71
H	6,34	6,45	6,41	42	6,25
O	49,71	49,48	49,69	21	50,04

Er ſetzte zu einer Auflöſung von Inulin eſſigſaures Blei und darauf Ammoniak, und erhielt von zwei Darſtellungen zwei verſchiedene Niederſchläge:

	gef.	At.	ber.
C	16,65	24	16,42
H	2,44	42	2,35
O	18,48	21	18,81
PbO	62,43	5	62,42
	gef.	At.	ber.
C	22,46	24	22,81
H	2,94	36	2,79
O	23,37	18	22,38
PbO	51,23	3	52,02

Unterſuchungen von Erdmann (Scheik. Onderz., D. I.) haben

mit der es ſich in Zucker verwandelt, iſt überraſchend, und da es ſich mit dieſem Zucker verbinden kann, beſonders wenn

---

die Analyſen von Parnell beſtätigt. Er fand für Inulin aus Dahlia:

C	43,95	43,90	44,01
H	6,30	6,28	6,21
O	49,75	49,78	49,78

Dieſe Zahlen entſprechen der Formel: $2\ (C_{12}\ H_{20}\ O_{10}) + H_2\ O$. Für Inulin aus Helenium bekam er:

C	44,30	44,41
H	6,23	6,26
O	49,47	49,33

Das iſt $2\ (C_{12}\ H_{20}\ O_{10}) + \frac{1}{2}\ H_2\ O$ oder $\frac{1}{2}$ Aeq. Waſſer mehr, als ich gefunden hatte.

Er hat ferner von dem Inulin aus Dahlia und Helenium Bleiſalze unterſucht, welche aus demſelben, in gleichviel Waſſer gelöſten Inulin durch dieſelbe Miſchung von eſſigſaurem Blei und Ammoniak gefällt waren.

Dieſe Salze hatten verſchiedene Zuſammenſetzung, aber viel mehr noch differirten die bei der Wiederholung ihrer Darſtellung mit andern Mengen erhaltenen Verbindungen.

I. Helenium.

	gef.	At.	ber.
C	21,52	24	22,81
H	2,85	36	2,79
O	22,56	18	22,38
PbO	53,07	3	52,02

I. Dahlia.

	gef.	At.	ber.
C	25,20	32	26,22
H	3,32	48	3,21
O	27,56	24	25,72
PbO	43,92	3	44,85

II. Helenium.

	gef.	At.	ber.
C	19,13	24	19,22
H	2,39	38	2,48
O	20,61	19	19,89
PbO	57,87	4	58,41

II. Dahlia.

	gef.	At.	ber.
C	17,38	15	18,10
H	2,15	24	2,22
O	18,32	12	17,76
PbO	62,14	3	61,92

Von vier Bleiſalzen, von denen je zwei auf dieſelbe Weiſe dargeſtellt ſind, ſtimmt keins mit den andern überein. Wenn wir uns Bleioxyd durch Aequivalente Waſſer erſetzt denken, ſo haben wir für Inulin

aus Helenium I. $C_{24}\ H_{22}\ O_{12} + 3$ aq.
II. $C_{24}\ H_{48}\ O_{12} + 5$ aq.
aus Dahlia I. $C_{32}\ H_{42}\ O_{24} + 3$ aq.
II. $C_{32}\ C_{48}\ O_{24} + 6$ aq.

Sie erhalten alſo nicht mehr dieſelben Stoffe. Es ſcheint, daß jene Bleiinulate Glucate enthielten, und daß vielleicht reine Inulate gar nicht beſtehen.

Basen zugegen sind, so muß sowohl die Elementaranalyse des Inulins von verschiedenen Pflanzen und verschiedenen Darstellungen, als auch seiner Verbindungen mit andern Körpern abweichende Resultate geben.

Die Zusammensetzung des im kalten Wasser auflöslichen Inulins ist:

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$$

Es hat also die Zusammensetzung des Amylums und auch mehrere Eigenschaften mit demselben gemein; aber es wird weder beim Kochen mit Wasser in Kleister verwandelt, noch durch Jod blau gefärbt, sondern gelb. Man kann es mit demselben Rechte, womit man es zu den Stärkearten zählt, auch eine in kaltem Wasser unlösliche geschmacklose Zuckerart nennen. Die obige Zusammensetzung hat ein Inulin aus Taraxacum und Helenium gegeben. Bei einer andern Darstellung aus Helenium, wo es beim Erkalten der heißen Lösung nicht so schwer löslich blieb, gab es die Formel:

$$2\ (C_{12}\ H_{20}\ O_{10}) + \tfrac{1}{2}\ H_2O$$

Das Inulin aus Dahlia-Wurzeln, sowohl das leicht- als das schwerlösliche hat die Zusammensetzung

$$2\ (C_{12}\ H_{20}\ O_{10}) + H_2\ O$$

Die größere Menge Wasser rührt von einer Beimen-

Darnach scheint das Inulin kein reines chemischer Körper mehr zu sein, wenn es im kaltem Wasser aufgelöst bleibt, sondern vielleicht eine Verbindung von nicht krystallisirendem Zucker und unlöslichem Inulin.

Die Analysen von Payen (Ann. des Sc. Nat. Bot., Aout 1840 p. 91) bestätigten diese Ansicht vollkommen.

	Gewöhnliches Inulin bei 150° getrocknet.	At.	ber.	Lösliches Inulin bei 170° getrocknet.	At.	ber.
C	44,55	24	44,91	44,19	24	43,71
H	6,12	40	6,11	6,17	42	6,25
O	49,33	20	48,98	49,64	21	50,04

Payen nimmt diesen Unterschied nicht an, sondern hält beide für isomerisch. Aus den obigen Versuchen und dem Ueberschuß im Kohlenstoffgehalt seiner ersten Analyse geht übrigens unzweifelhaft hervor, daß das unlösliche Inulin weniger Wasser enthält als das lösliche.

gung nicht kryſtalliſirbaren Zuckers her, womit es ſich innig verbindet.

Vereinigt ſich das Inulin mit Baſen, ſo entſteht immer ein Gemenge von einem Inulat mit einem Glucat. Der nicht kryſtalliſirbare Zucker, den das Inulin bereits enthält, wird durch eine Baſis in Glucinſäure verwandelt. Seine Inulate exiſtiren wahrſcheinlich nicht.

Beſteht überhaupt ein reines Inulin? Nach den jetzigen Erfahrungen muß dies bezweifelt werden. Die einzige Darſtellungsmethode, wodurch es ſich aus den Pflanzentheilen ausſcheiden läßt, bringt es mit ſich, daß zugleich etwas Zucker gebildet wird, welches mit dem unveränderten Inulin in Verbindung bleibt. Ferner ſcheint die Umſetzung von Inulin in Zucker bereits in der Pflanze ſelbſt vor ſich zu gehen, und dadurch das Inulin aus Helenium und Dahlia in ſeiner Zuſammenſetzung wirklich um ½ Aeq., ja ſelbſt um 1 Aeq. Waſſer differiren zu können.

Wegen dieſer äußerſt leichten Veränderlichkeit ſteht das Inulin gleich dem Dextrin zwiſchen Zucker und gewöhnlichem Amylum. In vielen Pflanzen iſt das Dextrin ein Uebergangsſtoff von Amylum zum Zucker, gleich wie dies der Fall iſt, wenn Schwefelſäure oder Diaſtaſe auf Amylum einwirken. In anderen Pflanzen iſt das Inulin dieſer Uebergangsſtoff, ohne daß dabei Dextrin gebildet wird; vielleicht auch von Celluloſe zum Zucker. Deshalb kommt Inulin in vielen Pflanzen vor, aber verſchwindet zu manchen Zeiten ſchnell, und dann werden die Pflanzentheile ſüß.

Da im Waſſer leicht lösliches Inulin vollkommen gleiche Zuſammenſetzung hat, wie Celluloſe, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß es aus dieſer und nicht aus gewöhnlicher Stärke entſteht.

Der innige Zuſammenhang zwiſchen Amylum und Inulin, welchen Raſpail in dem Vorkommen von gewöhnlicher Stärke in den Knollen von Helianthus tuberosus anſtatt des Inulins erblickt, ſcheint mir nichts zu beweiſen. Die

Wurzeln der wild wachsenden Daucus carota enthalten fast gar keinen Zucker und sind ungenießbar; die Cellulose ist darin inkrustirt; eben so in manchen anderen Culturpflanzen.

Meyen hat beobachtet, daß Inulin in den frischen Dahlia-Knollen im aufgelösten Zustande vorkommt und sich beim Erfrieren derselben in der Gestalt von Kügelchen absetzen kann, welche nach ihm mit denen von Amylum übereinkommen, in der Art, daß zwei, drei oder mehrere an einander befestigt sind, aber nicht aus concentrischen Schichten bestehen (wie das Amylumkörnchen). In den frischen und lebendigen Knollen beobachtet man vor dem Gefrieren keine Spur von Kügelchen. Der Saft der Dahlia-Knollen läßt sich durch Papier filtriren und durch Eiweiß klären, und giebt beim Eindampfen nach dem Erkalten einen Niederschlag von Inulin *).

Dextrin und Gummi.

Durch Rösten, durch eine Substanz, welche in der gekeimten Gerste vorkommt, und welche man Diastase nennt, und durch verdünnte Schwefelsäure wird Amylum in eine im Wasser auflösliche Substanz verwandelt, welche fast in allen Pflanzentheilen angetroffen wird; man hat sie Dextrin genannt, und darf sie vom physiologischen Gesichtspunkte aus nicht verwechseln mit dem, was man gewöhnlich unter Gummi versteht. Aus vielen Acacia-Arten schwitzt der letztere Stoff durch die Risse der Rinde aus und verhält sich, der Luft ausgesetzt und durch Austrocknen vom Wasser befreit, wie eine rein chemische Verbindung, welche in den meisten Eigenschaften und der Zusammensetzung der oben genannten Substanz dem Dextrin gleichkommt. Beide haben mit dem Amylum gleiche procentische Zusammensetzung:

*) Pflanzenphysiologie, Bd. II. p. 284.

$C_{12} H_{20} O_{10}$ *). Wenn letzteres in Kleiſter verwandelt iſt und einige Zeit ſich ſelbſt überlaſſen wird, ſo bildet ſich daraus nach einiger Zeit das Dextrin in ziemlicher Menge.

Aus Celluloſe entſteht Dextrin durch Einwirkung von Diaſtaſe oder verdünnter Schwefelſäure, welche letztere es auch aus inkruſtirter Celluloſe (Holz) erzeugen kann. Da indeſſen die inkruſtirende Subſtanz ſich in ihrer Zuſammenſetzung von Celluloſe unterſcheidet und Waſſerſtoff und

---

*) Nach einer Analyſe von Berzelius beſteht Arabiſches Gummi aus:

	gef.	At.	ber.
C	42,68	12	42,58
H	6,37	22	6,37
O	50,95	11	51,05

und iſt zweibaſiſch, d. h. es vereinigt ſich mit 3 R O.

Payen hat für Dextrin die Zuſammenſetzung $C_{12} H_{10} O_9 + 2$ R O angegeben, ſo daß nach ihm 2 At. Waſſer durch 2 At. Bleioxyd vertreten werden können. Er iſt hierauf durch Dumas geführt, welcher meinte, daß Dextrin bei 180° unter dem Einfluß einer Metallbaſis alles Waſſer verlieren müſſe. Die Analyſen von Payen von der Bleiverbindung des Dextrins geben zwar das folgende Reſultat (Ann. de Ch. et de Phys., Tom. 65, p. 249):

	gef.	At.	ber.
C	19,2	12	19,45
H	2,4	18	2,38
O	19,3	9	19,17
PbO	59,1	2	59,00

aber bei einer viel niederern Temperatur, als 180°, nämlich bei 135° färbt ſich Gummi ſchon gelb, und bei 180° kann alſo Dextrin nicht mehr Dextrin ſein (Bulletin 1838 p. 132). Bei 160° verbreitet es einen brandigen Geruch und gab bei der Analyſe:

C	46,11
H	6,06
O	47,83

Dieſer Körper iſt indeſſen nicht mehr Gummi, ſondern ein Gemenge von pyrochemiſchen Stoffen. Bei 130° getrocknet haben mir die folgenden Gummiarten folgende Reſultate gegeben:

	Arabiſches Gummi.	Senegal Gummi.	Java Gummi.	At.	ber.
C	45,10	44,92	45,22	12	44,92
H	6,10	6,08	6,09	20	6,11
O	48,80	48,99	48,69	10	48,97

Bei 130° getrocknet gab Gummi-Bleioxyd aus Arabiſchem Gummi:

C	45,29	43,23	44,98
H	6,10	6,01	6,00
O	48,61	48,76	49,02

Gummi hat alſo die Zuſammenſetzung des gewöhnlichen Amylums, und nicht, wie Dumas und Payen glauben, $C_{12} H_{18} O_9$.

Es iſt kein Grund vorhanden, vom Dextrin etwas anderes anzunehmen.

Sauerstoff nicht in dem Verhältniß enthält, um Wasser zu bilden, so müssen dabei noch andere Produkte entstehen, welche übrigens noch unbekannt sind (S. 211). Von Diastase ist zur Bildung von Dextrin z. B. aus Amylum nur eine äußerst geringe Quantität erforderlich. Wird die Einwirkung der Diastase oder der verdünnten Schwefelsäure länger fortgesetzt oder davon eine größere Quantität als nöthig angewandt, so bildet sich Traubenzucker.

Eines solchen Agens bedient sich ohne Zweifel die Natur, um aus Cellulose Dextrin, oder um aus diesem Amylum und Zucker zu erzeugen. Diese Funktion können indessen außer dem Dextrin auch andere Stoffe in den Pflanzen erfüllen. Aber da die Diastase in der keimenden Gerste, ohne Zuthun der Kunst, aus Amylum gebildet wird, so kann sich jene auch in den Pflanzen entwickeln und daselbst Cellulose in Dextrin verändern. Wahrscheinlich wird die Dextrinbildung in den Pflanzen durch einen ähnlichen Stoff, wie die Diastase veranlaßt; die Dextrinbildung aus Cellulose und Amylum ist dann ein einfacher chemischer Proceß, woran die Pflanze selbst nicht Theil nimmt.

Fast alle Pflanzen enthalten in ihren Säften eine gewisse Quantität Dextrin; in den bekannten Analysen der meisten Pflanzentheile findet man es unter dem Namen Gummi angeführt. Wenn einem Aeq. Cellulose ein Aeq. Wasser entzogen wird, so entstehen 2 Aeq. Gummi oder Dextrin. Es kann also ein Theil der Zellenmembran ohne Vernichtung der Zelle durch Katalyse in Dextrin verwandelt werden, wenn in dem Pflanzensaft, welcher durch die Zellen zieht, eine äußerst geringe Quantität eines der Diastase ähnlichen Stoffes enthalten ist. Dieser Stoff ist noch nicht mit Bestimmtheit in den Pflanzen nachgewiesen; aber wir haben allen Grund, die Gegenwart desselben für wahrscheinlich zu halten und die Dextrinbildung in den Pflanzen zu der künstlichen zu vergleichen.

Man verwechſele mit Dextrin nicht, was wir gewöhnlich Gummi nennen. Zwiſchen beiden beſteht ein weſentlicher Unterſchied. Das erſtere wird durch Schwefelſäure oder Diaſtaſe in Traubenzucker verwandelt, letzteres nicht. Dieſer Unterſchied iſt von Bedeutung, ſowohl in Betreff des Urſprungs als der Produkte beider Stoffe.

Dextrin gehört unter die Nahrungsſtoffe; der Magenſaft hat die Eigenſchaft, aus dem Amylum und der Celluloſe Dextrin zu bilden.

Die im Pflanzenreiche vorkommenden Gummiarten zeigen einige Verſchiedenheit in ihren Eigenſchaften. Sie enthalten alle eine gewiſſe Quantität Baſen und ſind als ein Gemenge von reinem Gummi mit Gummaten von Kali, Kalk u. ſ. w. anzuſehen. Bei ihrer Verbrennung hinterlaſſen ſie alle einen Aſchenrückſtand. Aus Pflanzenſtoffen, welche mehr oder weniger von Baſen durchdrungen und damit verbunden ſind, kann das Gummi nicht als reiner chemiſcher Körper abgeſchieden werden. In dem Pflaumen-, Kirſchgummi u. ſ. w. finden ſich außerdem harzartige gefärbte Stoffe, Pflanzenſchleim u. ſ. w. Das Gummi der Acacia-Arten iſt von allen das reinſte, kann aber nach der Art ſeines Entſtehens in keinem Falle chemiſch rein ſein. Daher die verſchiedenen Reaktionen, welche gewiſſe Reagentien mit verſchiedenen Gummiarten hervorbringen. Alle ſind Sekretionsprodukte der Pflanzen und wahrſcheinlich aus Dextrin entſtanden; aber ſie theilen mit dieſem nicht die Eigenſchaft, in Zucker verwandelt werden zu können. Das Dextrin iſt ein ſehr wichtiger Beſtandtheil der Pflanzenſäfte; das Gummi ein für die Pflanze ſelbſt ganz indifferentes Produkt. Letzteres kommt nur in einigen Pflanzen vor; Dextrin hingegen iſt ein allgemeiner für ihre Entwickelung unentbehrlicher Beſtandtheil.

Wenn man die Bildung des Zellenſtoffs, einer im Waſſer unlöslichen Subſtanz, in den verſchiedenſten Theilen der

Pflanze verfolgt, eine Bildung, welche allein aus einem Stoffe, der durch eine Flüssigkeit zugeführt wird und die Poren der Zellen durchdringt, also aus einem auflöslichen Stoffe, möglich ist, so kommt man von selbst auf die Vermuthung, daß das Dextrin dazu verwandt wird. Wir kennen keinen zweiten Stoff dieser Art, welcher dazu dienen könnte. Es ist kein Zweifel, daß in den Pflanzensäften die näheren Bestandtheile der Cellulose vorkommen und zwar in aufgelöster Form, in der Art, daß sie als Flüssigkeit die Zellenwände durchdringen und neuen Zellenstoff, zur Vermehrung der Anzahl der Zellen, zuführen.

Keine andere Substanz kann dazu dienen als das Dextrin selbst. In jungen Pflanzentheilen trägt indessen auch der Zucker dazu bei. Die Erzeugung von Dextrin und Zucker bei dem Keimen des Samens: Produkte von dem Amylum selbst unter der Einwirkung des Eiweißstoffes (siehe Zucker), führt auf die Vermuthung, daß wirklich die Cellulose junger Pflanzentheile aus dem Dextrin und dem Traubenzucker der keimenden Samenlappen gebildet wird. In dem Kapitel über die Ernährung der Pflanzen kommen wir darauf wieder zurück. Hier wird es genügen zu bemerken, daß in vielen ausgewachsenen Pflanzen kein Zucker vorkommt, während dagegen alle Dextrin enthalten, und daß über die Wichtigkeit des letzteren für die Zellenbildung kein Zweifel sein kann.

Wo das Dextrin in den Pflanzen gebildet wird, ist nicht zweifelhaft. Zuerst kommen die äußersten Wurzelspitzen in Betracht; die sich von dort ausbreitenden Zellenreihen entstehen ohne Zweifel aus dem Dextrin. Dort ist also ihr erstes Entstehen sichtbar: eine Auflösung von Dextrin, welche sich organisirt, ist die Quelle der Cellulose; in jedem Falle eine Auflösung eines Stoffes, welcher Kohlenstoff und Wasser enthält und an dem Punkte, wo sich die Zellen bilden, vom Dextrin in der Zusammensetzung nicht verschieden

ſein kann. Von da zieht er ſich durch die ganze Pflanze hin; aber auch an anderen Stellen muß ſich Dextrin bilden; überall nämlich, wo die Zellenwände aufgelöſt werden (ſiehe Zellenbildung) *).

Das Dextrin erzeugt und erhält nicht allein die Celluloſe, ſondern auch das Amylum, den Zucker und andere Pflanzenprodukte. So entſteht das Gummi, ein Stoff, welcher ſich in den Intercellulargängen oder an der inneren Seite der Rinde oft in großer Menge anhäuft und durch kleine Spalten austritt (arabiſches und Pflaumen-Gummi u. ſ. w.). Von Anacardium orientale giebt de Candolle an, daß ein Stück Gummi von ungefähr 40 Pfunden aus einer einzigen Oeffnung ausgefloſſen ſei.

Man kann kaum einen wichtigeren Beſtandtheil des Pflanzenreichs anführen als das Dextrin. Es iſt für die Pflanzen ungefähr, was das Protein für die Thiere iſt: ein Beſtandtheil, woraus die wichtigſten Produkte für den Organismus erzeugt werden müſſen.

Nehmen wir die Formel des Dextrins gleich der an, welche wir für das Gummi gefunden haben, ſo beſteht die Entwickelung der Celluloſe aus demſelben in der Aufnahme von ½ Aeq. Waſſer:

$$2\,(C_{12}H_{20}O_{10}) + H_2O = \text{Celluloſe}.$$

Die Bildung von Amylum aus Dextrin beruht allein auf einer iſomeriſchen Umſetzung; beide haben gleiche Zuſammenſetzung. Daſſelbe gilt von der Erzeugung des arabiſchen, Senegal-, Pflaumen- und Kirſch-Gummi aus Dextrin, welche ſämmtlich iſomer ſind. Endlich beſteht die Verwandlung des Dextrins in Rohr-, Trauben- oder Frucht-Zucker bloß in der Aufnahme oder Abſcheidung von Waſſer.

---

*) In den Cactus-Arten findet man durch die ganze Pflanze hin in dem Safte eine reichliche Menge Dextrin.

Zucker.

Der in den Pflanzen vorkommende Zucker hat die Grundformel $C_{12}H_{18}O_9$ und unterſcheidet ſich alſo von Celluloſe und Amylum in deſſen verſchiedenen Modifikationen und vom Dextrin und Gummi durch den Waſſergehalt. Er kommt in vielen Pflanzen fertig gebildet vor, auch in dem Thierreich als Harnzucker. Bei der Zerſetzung der Gallerte durch Alkalien bildet ſich eine Zuckerart, welche, obgleich ſtickſtoffhaltig, doch zu dem gewöhnlichen Zucker in naher Beziehung ſteht. Die bekannten Zuckerarten des Thier- und Pflanzenreichs ſind Milchzucker:

$$C_{24}H_{38}O_{19} + 5\ H_2O\ *),$$

Rohrzucker:

$$C_{12}H_{18}O_9 + 2\ H_2O,$$

Trauben-, Harn-, Honig-, Amylum-, Frucht-Zucker:

$$C_{12}H_{24}O_{12} + 2\ H_2O.$$

---

*) Nach Berzelius beſteht der Milchzucker aus:

	gef.	At.	ber.
C	40,13	24	40,46
H	6,76	48	6,61
O	53,11	24	52,93

Bei 120° iſt ſeine Formel $C_{24}H_{40}O_{21}$; bei 150° $C_{24}H_{38}O_{19}$; während er mit Bleioxyd die Verbindung $C_{24}H_{36}O_{18} + 5\ PbO$ od. $+ 10\ PbO$ bildet.

Der Rohrzucker iſt von Berzelius, Gay-Luſſac und Thénard und andern, zuletzt von Peligot und mir unterſucht. (Ann. de Ch. et de Phys., Tom. 67, p. 120.)

	Berzelius	Gay-Luſſac und Th.	Peligot.	At.	ber.
C	42,22	42,47	42,26	12	42,11
H	6,60	6,40	6,60	22	6,37
O	51,18	51,13	51,14	11	51,52

Die Verbindung mit Bleioxyd verliert bei 100° ein Aeq. Waſſer (Bulletin 1839 p. 300), und dann iſt die Zuſammenſetzung derſelben:

	gef.	At.	ber.
C	18,76	12	18,99
H	2,69	20	2,58
O	21,40	10	20,70
PbO	57,15	2	57,73

welches Reſultat Berzelius bereits früher erhalten hat. Genau bei 141°

Dahin gehört ebenfalls der nicht kryſtalliſirbare Zucker, von Dumas Glucoſe, von manchen Fruchtzucker genannt.

Der nicht kryſtalliſirbare Zucker, welcher aus manchen Pflanzen erhalten wird, hat dieſelbe Zuſammenſetzung, wie der kryſtalliſirende Traubenzucker.

Aus Amylum wird durch Diaſtaſe und Schwefelſäure derſelbe Zucker gebildet, ohne Zweifel auch aus dem Dextrin in den Pflanzen unter dem Einfluß verſchiedener Subſtanzen. Diaſtaſe verwandelt Celluloſe in Dextrin und Zucker.

Durch Einwirkung von Schwefelſäure auf Gallerte entſteht eine ſtickſtoffhaltige Zuckerart:

$$C_8H_{18}N_4O_7.$$

---

verliert das Bleiſacharat das zweite Aeq. Waſſer und giebt bei 159° getrocknet folgende Zahlen:

	gef.	At.	ber.
C	19,40	12	19,44
H	2,50	18	2,38
O	18,91	9	19,07
PbO	59,19	2	59,11

Das hartnäckige Zurückhalten des letzten Aeq. Waſſer bei 141°, ungeachtet der Zucker bereits 2 Aeq. Bleioxyd aufgenommen hat, iſt auffallend.

Traubenzucker, Harnzucker, Honigzucker, Amylumzucker und Fruchtzucker haben alle die Formel: $C_{12}\ H_{28}\ O_{24}$; ſie ſind von de Sauſſure, Prout und Peligot unterſucht. (Ann. de Ch. et de Phys., Tom 67, p. 142.)

	Traubenzucker	Amylumzucker	Honigzucker	Harnzucker.
C	36,71	37,29	36,36	36,7
H	6,78	6,84	63,64	7,3
O	56,51	55,87		56,0

	At.	ber.
C	12	36,8
H	28	7,0
O	14	56,2

Durch Erhitzen bis 140° verliert der Traubenzucker 2 Aeq. = 9% Waſſer und beſteht dann aus $C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$. Nach Peligot iſt das Bleiſalz bei 150° getrocknet $C_{24}\ H_{42}\ O_{21} + 6\ PbO$.

Der Krimzucker hat folgende Zuſammenſetzung (Bulletin 1838, p. 146 und Scheik. Onderz., Deel 1.).

	gef.	At.	ber.
C	34,27	8	34,39
H	6,51	18	6,32
N	19,84	4	19,92
O	39,38	7	39,37

In der Verbindung mit Bleioxyd hat er 2 Aeq. Waſſer verloren und iſt $C_8\ H_{14}\ N_4\ O_5 + 2\ PbO$. Mit Salpeterſäure bildet er Zuckerſalpeterſäure: $C_8\ H_{14}\ N_4\ O_5 + 2\ N_2\ O_5 + 4$ aq.

Wenn wir ½ Aeq. Rohrzucker davon abziehen, nämlich $C_6H_{10}O_5$, ſo bleibt $C_2H_8N_4O_2$ übrig, d. i. Harnſtoff.

Alle jene Zuckerarten ſtehen alſo in einem genauen Zuſammenhange, der ſich auch über Celluloſe, gewöhnliches Amylum, Mooſsſtärke, Inulin, Dextrin und alle Gummiarten erſtreckt. Dieſe Körper enthalten ſämmtlich Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß, um Waſſer zu bilden, in Verbindung mit Kohlenſtoff. Sie entſtehen, da 12 At. Kohlenſtoff ein oder mehrere Male darin vorkommen, durch eine ſehr einfache Veränderung eines aus dem andern durch bloßen katalytiſchen Einfluß; und der Proceß ihrer Erzeugung in den Pflanzen und Thieren iſt alſo ein einfacher chemiſcher.

Der Rohrzucker ſteht dem Amylum und Dextrin am nächſten, obgleich er ſich dadurch, daß er ein Aeq. Waſſer weniger enthält, weſentlich von dieſen unterſcheidet. Wahrſcheinlich wird dieſe Zuckerart in den Früchten zuerſt gebildet und verwandelt ſich ſpäter durch Aufnahme von 3 Aeq. Waſſer in Traubenzucker. Sehr leicht entſteht aus Rohrzucker Traubenzucker durch Gährung, Diaſtaſe und verdünnte Säuren. Es iſt zu bemerken, daß außer dem Zuckerrohr, den rothen Rüben, dem Ahornbaum und wenigen anderen Gewächſen die meiſten Pflanzen immer $C_{12}H_{28}O_{14}$, d. h. Traubenzucker, enthalten. In den Pflanzen, worin Rohrzucker vorkommt, ſcheinen alſo die Stoffe (Säuren?) zu fehlen, welche in dem Traubenzucker mehr Waſſer mit der urſprünglichen Subſtanz: $C_{12}H_{18}O_9$ verbinden, welche in Celluloſe, Amylum, Dextrin und Gummi und auch im Rohrzucker gedacht werden kann. Der Schleimzucker, Glucoſe, wovon oben die Analyſe mitgetheilt iſt, ſcheint ſich bei der Zerſetzung gewiſſer Pflanzentheile aus Inulin (ſiehe S. 227) oder aus kryſtalliſirbarem Zucker zu erzeugen. Ebenſo der Syrup bei der Gewinnung des Rohrzuckers. Durch Vervollkommnung der Methoden bei der Behandlung des Zuckerſaf-

tes und der Raffinirung gewinnt man gegenwärtig weit mehr krystallisirbaren Zucker als früher.

Interessant ist die Vereinigung einer gewissen Quantität Wasser mit der genannten Grundverbindung des Zuckers in dem thierischen Körper, nämlich bei der Bildung von Harnzucker aus Rohrzucker oder Amylum in Diabetes mellitus, und von Milchzucker, welcher krystallisirt die folgende Zusammensetzung hat:

$$2\ (C_{12}H_{24}O_{12}),$$

eine Zuckerart, welche in der Milch vorkomnt und die sich durch ihr Atomgewicht von allen andern unterscheidet. Der Pflanzen- und thierische Organismus haben dies gemein, daß beide auf dieselbe Weise die Elemente von Cellulose, Dextrin, Amylum (und bereits gebildeter Zuckerarten) bestimmen, sich mit einer gewissen Quantität Wasser zu verbinden und einen wasserhaltigeren Zucker zu bilden.

Die Analogie zwischen dem Rohr- und Leimzucker, einer stickstoffhaltigen Zuckerart, welche durch Einwirkung von Säuren auf Leim erhalten wird, führt zunächst auf die Vermuthung, daß alle jene compleren Körper eine oder mehrere Grundbedingungen gemein haben; aber sie beweiset auch, daß Zucker, den die Thiere entweder direkt zu sich nehmen, oder welcher aus ihren gewöhnlichen Nahrungsstoffen: Cellulose, Amylum und Dextrin gebildet wird — Stoffe, welche sich bei der Verdauung sehr leicht in Zucker verwandeln — wirklich zu den Bestandtheilen des thierischen Körpers gehört. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Schwefelsäure den Leimzucker aus Leim nicht erzeugt, sondern nur aus seinen Verbindungen isolirt. Demnach ist der Zucker ein Bestandtheil der leimgebenden Gewebe und kann, daraus abgeschieden, gleich dem Rohr- oder Traubenzucker dem Thiere zur Nahrung dienen. Mit anderen Worten: es existirt in den leimgebenden Stoffen eine Grundverbindung, welche auch im Rohrzucker vorkommt; werden die leimgebenden Gewebe zum

Stoffwechsel in dem thierischen Körper verbraucht, so kann die Grundverbindung derselben die Stelle der gewöhnlichen Nahrungsstoffe, des Rohrzuckers u. s. w. vertreten. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, muß der Leimzucker wirklich zu den Nahrungsstoffen gezählt werden.

Ist der Leimzucker in der That eine Verbindung des Rohrzuckers, welche für ein Aeq. Wasser ein Aeq. Harnstoff enthält, so ist im hohen Grade wahrscheinlich, daß der gewöhnliche Zucker im thierischen Körper mancherlei Verbindungen eingehen kann und keineswegs bloß die eine Funktion erfüllt, nämlich die Unterhaltung der Respiration. Wird Leimstoff in dem thierischen Körper erzeugt, so kann dies auf Kosten des in den Nahrungsstoffen schon enthaltenen, oder bei der Verdauung aus Amylum gebildeten Zuckers geschehen.

Wo der Zucker in den Pflanzen gebildet wird, ist unbekannt. Er wird übrigens von einer bestimmten Zellenreihe aus, worin er wahrscheinlich aus Dextrin entstanden ist, durch die ganze Pflanze fortgeführt, sammelt sich an manchen Stellen in großer Menge an und wird selbst hie und da nach außen getrieben. Die Nektarien liefern dafür ein Beispiel, wo oftmals der Zuckersaft, durch Verdunstung des Wassers concentrirt, schöne Zuckerkrystalle hinterläßt.

Häuft sich der Zucker in bestimmten Zellenreihen an, so wird er doch nicht wie das Gummi fest, sondern wegen seiner Löslichkeit im Wasser und weil er von den Zellen und Gefäßen umschlossen bleibt, bildet er höchstens eine sehr concentrirte Flüssigkeit, welche sich durch Auspressen der zuckerhaltigen Pflanzentheile vollkommen ausscheiden läßt. Birken und andere Bäume sind im Frühjahr reich an einem Zuckersaft, welcher gegohren den Birkenwein liefert. Nach Knight ist der Birkensaft desto zuckerhaltiger, je weiter von dem Boden entfernt er aufgesammelt wird, zum Beweise, daß der aus den Wurzeln aufsteigende Saft, welcher wahrschein-

lich eine bedeutende Menge Dextrin enthält, auf ſeinem Wege durch die Zellenwände ſich in Zucker verwandelt. Auch die Stengel des Mais ſind ſehr zuckerhaltig, bevor ſich die Frucht anſetzt *); man hat daher kürzlich vorgeſchlagen, ſie zur Zuckergewinnung zu benutzen. Das Thränen des Weinſtocks iſt eine bekannte Erſcheinung. In Nordamerika gewinnt man ebenfalls Zucker aus Acer saccharinum, indem man im Frühjahr durch die Rinde bis aufs Holz bohrt. Aus einer Oeffnung erhält man binnen 24 Stunden im Durchſchnitt 8 Litres einer Flüſſigkeit von 1,006 bis 1,003 ſpecif. Gewicht.

Daß zu den eigentlichen Zuckerarten allein die Körper gehören, welche Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß, wie ſie Waſſer bilden, enthalten, und welche bei der Gährung Alkohol liefern, iſt aus der allgemeinen Chemie bekannt. Mannit $C_6 H_{14} O_6$, Glycyrrhin $C_{16} H_{24} O_6$ †) und dergleichen ſüße Körper ſind Verbindungen anderer Art. Sie bilden ſich wahrſcheinlich durch Zerſetzung von Rohr- oder Traubenzucker in den Pflanzen; der Mannit z. B. entſteht aus dem Safte der rothen Rüben, wenn er bei einer höheren Temperatur gährt, und bei der Verwandlung von Amylum in Traubenzucker durch Schwefelſäure. Nach Mitſcherlich liefert ſelbſt Tamarix gallica, var. mannifera Ehrenb. — eine Pflanze, welche zu den Manna erzeugenden gehört — nichts anders, als Traubenzucker, und enthält gar keinen ſogenannten Mannit. Es leidet daher faſt keinen Zweifel, daß Mannit ein Zerſetzungsprodukt des Traubenzuckers iſt, und daß in den Manna liefernden Pflanzen erſt Traubenzucker gebildet wird.

Bei der Umſetzung des Rohrzuckers in Mannit, durch Gährung bei einer höhern Temperatur erzeugt ſich zugleich

*) Pallas, Soubeiran und Biot in Comptes Rendus, 12 Septembre 1842.
†) Vogel in Erdmann's und Marchand's Journal, Bd. 28, p. 1.

Milchsäure, eine Säure, welche nach manchen Angaben ein Pflanzenbestandtheil sein soll, welche in der That aber nur ein Zersetzungsprodukt des Zuckers ist. Der Saft der rothen Rüben geräth bei einer Temperatur von 30° bis 40° in Gährung, der Rohrzucker geht in Traubenzucker über, nach einiger Zeit ist auch dieser verschwunden und Mannit, Milchsäure und ein gummiartiger Stoff gebildet, welcher die Zusammensetzung des arabischen Gummi hat. Dieser letzte Körper ist deshalb merkwürdig, weil er uns ein Beispiel von einer Rückbildung des Gummi (Dextrin?) aus Zucker liefert, von einer künstlichen Metamorphose, welche in den Pflanzen wahrscheinlich oft vorkommt. Wir beobachten, daß zuckerhaltige Früchte mannigmal ihre Süßigkeit verlieren und, wie wir uns ausdrücken, fleischig werden: es ist Cellulose gebildet, nachdem sich der Zucker zuvor ohne Zweifel in Dextrin verwandelt hat; der Zuckergehalt hat sich vermindert (siehe p. 235).

Der so eben genannte gummiartige Stoff hat die Zusammensetzung des Zuckers; seine Bildung beruht daher bloß auf einer isomerischen Veränderung desselben. Der Mannit und die Milchsäure sind auf andere Weise entstanden; man findet darin die Summe der Zuckerelemente nicht wieder:

	C	H	O
Milchsäure	6	10	5
Mannit	6	14	6
	12	24	11

Es fehlt an der Zusammensetzung des Traubenzuckers ein Aeq. Sauerstoff. Dieser Sauerstoff kann dem Zucker durch die in Zersetzung begriffenen Proteinverbindungen des Rübensaftes entzogen sein. Man findet wenigstens in der gegohrenen Flüssigkeit Ammoniak, und das Protein ist verschwunden (Liebig).

In jedem Fall entsteht Milchsäure, ein wichtiger Be-

ſtandtheil des thieriſchen Körpers, unter dem Einfluß des in Zerſetzung begriffenen Proteins; und eine ähnliche Produktion in dem thieriſchen Körper iſt darum ſehr wahrſcheinlich (ſiehe Fette).

Eben ſo merkwürdig iſt die Entdeckung von Pelouze und Gelis, daß aus Zucker unter dem Einfluß von Caſein Butterſäure entſteht (ſiehe Milch).

Pflanzenſchleim und Pektin.

In vielen Pflanzenarten trifft man einen im Waſſer unauflöslichen, aber damit miſchbaren Stoff an, welcher in ſehr verſchiedenen Geſtalten erſcheint. Er iſt bald neutral und gallertartig (Pektin), bald neutral und ſchleimig (Pflanzenſchleim), bald gallertartig und ſauer (Pektinſäure). Er hat in allen drei Formen dieſelbe Zuſammenſetzung $C_{12}H_{16}O_{10}$*),

*) Pektin aus ſüßen Aepfeln beſteht nach meinen Verſuchen (Natuur-en Scheik. Archief, Deel 5), aus:

				At.	ber.
C	45,20	45,61	45,85	12	45,47
H	5,35	5,37	5,48	16	4,95
O	49,45	49,02	48,67	10	49,58

Pektinſäure aus Wurzeln (Daucus Carota):

C	45,48	45,47
H	5,39	5,27
O	49,13	49,26

Aus Knollen:

C	45,41	45,36
H	5,20	4,98
O	49,39	49,66

Das Irländiſche Moos gab:

C	45,17
H	4,88
O	49,95

	Quittenſchleim		Althäa	Traganthgummi		
C	45,43	45,93	46,00	45,14	44,80	44,78
H	5,12	5,23	4,96	5,33	5,30	5,21
O	49,45	48,84	49,04	49,51	49,90	50,01

Die genannten Stoffe ſind indeſſen nicht identiſch, ſondern polymeriſch. Nach Regnault iſt die Formel der Pektinſäure $C_{24}H_{30}O_{22}$, nach Fremy $C_{24}H_{34}O_{22}$ (Annalen der Phaemacie, Bd. 35, S. 322). Ich habe deshalb Feombeeg veranlaßt, die Pektinſäure auf's Neue zu unterſuchen.

und unterscheidet sich also wesentlich von der Cellulose-Reihe.

Als Pektin findet er sich in Früchten, in Aepfeln, Birnen, Quitten, Kirschen, Pflaumen, Johannisbeeren. Mit Zucker und Wasser gekocht, geben sie eine gallertartige Masse; das Pektin wird dabei in der Form verändert, wahrscheinlich mit Hydratwasser verbunden. Es ist unbekannt, in welcher Form es in den genannten Pflanzentheilen vorkommt; aber wahrscheinlich muß es unter die sogenannten inkrustirenden Stoffe gezählt werden, welche die Zellenwände verdicken (siehe p. 214). Beim Kochen jener Früchte mit einem Alkali verwandelt es sich in Pektinsäure, eine polymerische Verbindung. Eben so erhält man es aus Knollen, Wurzeln von Daucus Carota etc.

Als Pflanzenschleim kommt jener Stoff in verschiedenen Verhältnissen vor, zuweilen in großer Menge in manchen Pflanzentheilen, z. B. in den Quittenkernen, Leinsamen u. s. w., welche in kaltem Wasser erweichen und sich mit Schleim überziehen. Er ist ein Hauptbestandtheil des Traganthgummi und von Gummi Bassora, und verunreinigt manche Gummiarten, z. B. das Pflaumen- und Kirschgummi. Aber unter welchen Verhältnissen er auftritt, er hat stets dieselbe procentische Zusammensetzung und unterscheidet sich nur in der Fähigkeit, eine bestimmte Quantität Basis zu sättigen.

Der Schleim kommt ferner in Salep, Althaea und Symphytum in großer Menge vor; und in Uva crispa so reichlich, daß beim Auskochen mit Wasser die Flüssigkeit gallertartig gesteht.

Pektin, Pektinsäure und Schleim gehören zu den kräftigsten Nahrungsmitteln; aber sie erleiden in dem thierischen

---

Er hat indessen meine Resultate erhalten (Scheik. Onderz., Deel 2). Die Metapektinsäure ist nach Fremy polymeerisch mit Pektin:

Pektin	$C_{24}\ H_{34}\ O_{22}$	+ RO
Pektinsäure	$C_{24}\ H_{34}\ O_{22}$	+ 2 RO
Metapektinsäure	$C_{24}\ H_{34}\ O_{22}$	+ 3 RO

Körper eine andere Umſetzung ihrer Elemente, als Amylum, Dextrin, Zucker, Inulin, Mooſsſtärke und Celluloſe, weil ſie nicht, wie dieſe, Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß, um Waſſer zu bilden, enthalten.

Die genannten Stoffe bilden alle mit Baſen gallertartige Salze, welche in den Nahrungsmitteln vorkommen, indem ſie in den Pflanzen entweder ſchon gebildet ſind oder beim Kochen erzeugt werden.

Sie ſind der Erfahrung gemäß für die thieriſche Ernährung von größter Bedeutung, aber welche Veränderung ſie dabei in dem Organismus erleiden, liegt noch ganz im Dunkeln. Für die Kenntniß vom Bau und den Funktionen der Pflanzen ſind ſie ebenfalls von Wichtigkeit, denn ſie finden ſich in faſt allen Pflanzen und oft in bedeutender Menge.

Das Pektin gehört zu den Stoffen, welche die Zellenwände verdicken. Es bildet ſich in den Früchten während der Reife in großer Menge; vor dieſer Zeit findet ſich nur wenig davon. Dabei verlieren die Zellenwände ihr früheres Anſehen; waren ſie zuvor undurchſichtig und feſt, ſo werden ſie nun loſe und halb durchſcheinend. Nach Fremy (Annalen der Pharmacie, Bd. 37, p. 339) bildet ſich in den Früchten Pektin unter dem Einfluß der Säuren, welche jene enthalten, ſo lange ſie unreif ſind. Unreife Früchte, mit Waſſer gekocht, gaben kein Pektin, aber nach Zuſatz von Weinſteinſäure, Aepfelſäure oder Schwefelſäure findet man es in der Flüſſigkeit in großer Menge. Dies iſt eine intereſſante Beobachtung, indem wir daraus folgern, daß, da den gewöhnlichen inkruſtirenden Subſtanzen (der Holzſubſtanz) die Eigenſchaft, mit Säuren Pektin zu geben, fehlt, der Stoff, welcher in den unreifen Früchten die Zellenwände verdickt, ein anderer ſein muß. Ein ähnlicher Stoff wird alſo auch in den Wurzeln, Knollen und andern Pektin gebenden Pflanzentheilen vorkommen. Gleichzeitig mit dem Pektin bildet ſich in den Früchten Zucker, und verſchwindet die Säure,

welche die unreife Frucht enthielt; mit der Quantität des Pektins vermehrt sich auch die des Zuckers.

In fester Form findet sich also Pektin in den Früchten und anderen Pflanzentheilen als eine in den Zellenwänden abgelagerte Substanz, welche man durch Kochen mit einem Alkali ausziehen und von der unlöslichen Zellensubstanz trennen kann. Dabei verwandelt sich zugleich das Pektin in einen gelatinirenden Stoff, die Pektinsäure, welche sich gern mit Basen zu Gallerten vereinigt. Durch anhaltendes Kochen mit einem Alkali verschwindet die Pektinsäure, und man erhält eine im Wasser, selbst in Säuren auflösliche Säure, welche Fremy Metapektinsäure genannt hat. An Basen gebunden hat sie dieselbe Zusammensetzung, wie die Pektinsäure.

Der Pflanzenschleim ist eine im Wasser auflösliche Modifikation der Pektin bildenden Materie; denn von den fremden Beimengungen gereinigt, zeigt er sich in der Elementaranalyse in seiner Zusammensetzung von dem Pektin und der Pektinsäure nicht verschieden. Wahrscheinlich bringt also ein in der Zusammensetzung dem Pektin gleicher Stoff im aufgelöstem Zustande durch die verschiedenen Theile der Pflanze und kann sich durch polymerische Umsetzung der Elemente als feste Verbindung hier und da ablagern. Wie Dextrin von Gummi, so ist er wahrscheinlich der nächste Bestandtheil von Pektin, Pektinsäure und Pflanzenschleim.

An manchen Stellen und besonders in den Intercellulargängen, sammelt sich der Pflanzenschleim gleich dem Gummi an und dringt zuweilen durch kleine Oeffnungen in der Rinde nach außen. Er erscheint dann in der Gestalt eines gewundenen festen Körpers, wie Traganthschleim.

Daß Pflanzenschleim keine Metapektinsäure ist, zeigt seine indifferente Natur der stark sauren Reaktion der letzteren gegenüber. Es ist zu bezweifeln, ob die Metapektinsäure

überhaupt in dem Pflanzenreiche vorkommt. Vom Pektin iſt es bewieſen.

Pflanzenſchleim verhält ſich zum Pektin, wie Gummi zum Dextrin. Jener iſt für die Pflanze eine ganz indifferente Subſtanz, ein Secretionsprodukt, während Pektin zu den weſentlichen Beſtandtheilen derſelben gehört.

Thieriſcher Schleim. Mit dem Pflanzenſchleim hat man öfter das Produkt der thieriſchen Schleimhäute verglichen. So ſehr beide in einigen Punkten übereinſtimmen, ſo ſind ſie doch ihrem Weſen und ihrer Zuſammenſetzung nach ganz und gar verſchieden. Beide laſſen ſich mit Waſſer miſchen und bleiben darin ſuſpendirt, ſind aber ſo wenig löslich, daß ſie nicht filtrirt werden können. Trocken mit Waſſer übergoſſen, ſchwillt der thieriſche Schleim, gleich dem Traganthgummi, zu einem Vielfachen ſeines Volumens auf. Er iſt im natürlichen Zuſtande daher eben ſo wie der Pflanzenſchleim von den Salzen durchdrungen, welche die thieriſchen Flüſſigkeiten und Pflanzenſäfte enthalten.

Wegen ihrer Unlöslichkeit und ihrer eigenthümlichen äußeren Beſchaffenheit können beide, der Pflanzen- wie der thieriſche Schleim, entblößte thieriſche Theile bedecken und ſind im Stande, die Einwirkung ſcharfer Subſtanzen auf die zarteren Theile des Organismus zu ſchwächen; deshalb vermögen Saley, Traganthſchleim u. ſ. w. den fehlenden thieriſchen Schleim zu erſetzen.

Aber nur in dieſen allgemeinen phyſikaliſchen Eigenſchaften ſtimmen jene Verbindungen überein. Der thieriſche Schleim enthält Stickſtoff und unterſcheidet ſich dadurch weſentlich von dem Pflanzenſchleim. Er ſelbſt zeigt Verſchiedenheiten ſowohl in ſeiner Zuſammenſetzung wie in ſeinen Eigenſchaften, je nachdem verſchiedene Organe ihn erzeugt haben *); z. B. wird der thieriſche Schleim der Gallenblaſe

*) Bis jetzt ſind erſt drei Arten des thieriſchen Schleims unterſucht: von dem

aus Alkalien durch Säuren gefällt, während der der Harnblaſe in Säuren mehr oder weniger löslich iſt.

Ich habe nur im Vorbeigehen ein Wort über den thieriſchen Schleim geſprochen, weil der Name und einige unweſentliche Eigenſchaften zur Verwechſelung deſſelben mit Pflanzenſchleim Veranlaſſung gegeben hat (ſiehe epithelium).

Extraktſtoffe.

Der Name Extraktſtoffe zeigt uns, wie viele Gegenſtände in den Wiſſenſchaften aufzuklären, wie viele Lücken noch zu füllen ſind. Er umfaßt die verſchiedenartigſten Subſtanzen; und die Klaſſe der Extraktſtoffe hat ungefähr denſelben Werth wie die alte Schörlklaſſe der Mineralien. Sie mag denjenigen, welche die organiſche Natur nach einfachen Principien conſtruiren wollen, beweiſen, wie weit wir

---

Eileiter der Fröſche, den man Sternſchnuppen genannt hat (Scheik. Onderz., Deel I.).

C	50,53	51,03
H	6,53	6, 77
N	9,27	9,58
O	33,67	32,62

Ferner kennen wie die Zuſammenſetzung von dem Schleim der Schwalben, woraus ſie in Indien eßbare Neſter bauen (Bulletin 1838, p. 172). Die reine Schleimſubſtanz, welche ich Steoſſin genannt habe, iſt zuſammengeſetzt aus:

	I.	II.	At.	ber.
C	54,81	55,05	22	55,17
H	7,02	7,10	34	6,96
N	11,64	11,66	4	11,62
O	26,53	26,19	8	26,25

Außerdem beſitzen wie eine Analyſe von dem Schleim der Ochſengallenblaſe von Kemp. (Annalen der Phaemacie, Bd. 43, S. 118.)

C	52,54	52,25
H	7,95	7,83
N	14,33	14,84
O	25,18	25,08

Hiernach ſcheint der Schleim ein veränderliches Gemenge heterogener Stoffe zu ſein.

Naſſe hat (Erdmann's und Marchand's Journal Nr. 9 u. 10, 1843, p. 59) die Zuſammenſetzung vom Schleim der Luftröhre angegeben.

noch entfernt ſind, die einzelnen Proceſſe der organiſchen Natur zu kennen.

Noch vor wenigen Jahren wurden die amorphen Verbindungen des organiſchen Reichs von Vielen verachtet und ihre Unterſuchung für werthlos gehalten. Daſſelbe Vorurtheil hat man auch heute noch gegen die Extraktſtoffe. Nur unbefangene Männer, wie Berzelius, erkennen ihre Wichtigkeit für die organiſche Welt an, beſitzen ſie auch keine Kryſtallform. Ihre Unterſuchung iſt unendlich mühſamer, als die kryſtalliſirender Verbindungen, aber darum darf man ſie für nicht minder wichtig halten.

Das Wort Extraktſtoff iſt von den unter dem Namen Extrakte bekannten Arzneimitteln entlehnt. Man verſteht darunter die im Waſſer und Alkohol lösliche Subſtanz, welche man durch Auskochen aus den Pflanzen erhält, die ſich beim Abdampfen bräunt und eine zuſammenhängende dunkle Maſſe zurückläßt. Scheele nannte ſie Seifenſtoff. Sie kommt in den Pflanzen als eine farbloſe Materie vor, wird aber beim Erwärmen und unter dem Einfluß der Luft braun und in einen Abſatz, Apothema, verwandelt.

So lange die Extraktſtoffe der Pflanzen nicht genau unterſucht ſind, läßt ſich über die Metamorphoſen derſelben nichts mit Beſtimmtheit angeben. Man findet ſie in den krautartigen und nicht krautartigen Gewächſen faſt von gleicher Beſchaffenheit. Wahrſcheinlich ſind es auch immer dieſelben Stoffe und unterſcheiden ſich nur durch gewiſſe Beimengungen, z. B. von Dextrin, Zucker, Inulin u. ſ. w. Aber wir kennen ſie weder ihrer Natur, noch ihrer Zuſammenſetzung nach, und ſind ungeachtet ihres allgemeinen Vorkommens in den Pflanzenſäften über ihre Funktionen noch ganz im Unklaren *).

*) Die Angabe von Geemann (Erdmann's und Marchand's Journal, Bd. 28, S. 53), daß die Extrakte hauptſächlich Humusſäure, Quellſäure,

Eben ſo mangelhaft iſt unſere Kenntniß von den thieriſchen Extraktſtoffen, Subſtanzen, denen man wegen ihrer dunkeln Farbe und ihrer Auflöslichkeit in Waſſer und Alkohol denſelben Namen gegeben hat. Durch unendlichen Fleiß und Mühe iſt es Berzelius gelungen, viele als Extraktſtoffe bekannte thieriſche Subſtanzen zu ſcheiden. Seitdem von ihm die Bahn gebrochen iſt, haben wir Hoffnung, auch über dieſen Gegenſtand mit der Zeit Aufſchlüſſe zu erhalten. Für jetzt müſſen wir uns begnügen, einzuſehen, daß wir uns von jenen ohne Zweifel höchſt wichtigen Stoffen des thieriſchen Organismus keine deutliche Vorſtellung machen können. Ich nenne daher auch nur den Namen einer großen Klaſſe von Körpern, wozu vielleicht hunderte verſchiedener Stoffe gehören, um unſere Unwiſſenheit nicht durch Stillſchweigen zu bemänteln. Ueber ihre Zuſammenſetzung und ihre Metamorphoſen iſt nichts bekannt, wir übergehen ſie daher.

Fette.

In dem Pflanzen- und Thierreich findet ſich eine beſondere Reihe von Verbindungen, welche wir Fette nennen; aber ihre Beſtimmung iſt in beiden verſchieden; denn ſie werden von den Pflanzen erzeugt, dagegen von den Thieren verbraucht und in andere Stoffe verwandelt.

Die meiſten jener Fette hielt man früher für Salze von fetten Säuren und Glycerin; hiernach müßte die Pflanze, um ein neutrales Fett hervorzubringen, eine fette Säure und Glycerin erzeugen, und umgekehrt müßten bei der Zerſetzung eines neutralen Fettſtoffes in dem thieriſchen Körper die fette Säure und Glycerin beide zum Stoffwechſel verwandt werden können. Seitdem man übrigens weiß, daß Glycerin

---

Quellſatzſäure u. ſ. w., mit einem Worte die Hauptbeſtandtheile der Ackererde enthalten, verdient keine weitere Berückſichtigung.

keineswegs die Baſis der neutralen Fette iſt, ſondern bei der Verſeifung derſelben erſt gebildet wird, erleiden jene Schlüſſe eine Einſchränkung.

Die neutralen Fette ſind meiſtens Verbindungen von zwei verſchiedenen Fetten. In dem Pflanzenreiche findet man ein Gemenge von Margarin und Elain in den fetten Oelen, z. B. dem Olivenöl; in den Thieren kommt daſſelbe Gemenge aber in einem andern Verhältniß vor, z. B. im Menſchen- und Schweinefett; das Hammeltalg enthält eine größere Menge Stearin nebſt Margarin.

Stearin, Margarin und Elain ſind die im organiſchen Reich am meiſten verbreiteten Fettarten; aber ſie ſind nicht die einzigen; vielmehr giebt es noch eine Menge anderer ebenfalls neutraler fetter Körper, welche im Allgemeinen nur in beſtimmten Pflanzentheilen oder Organen des Thierkörpers vorkommen.

Wir wollen in der Kürze ihre Zuſammenſetzung betrachten, ſo wie man ſie gegenwärtig annimmt, zuvor jedoch ein Wort über das Glycerin.

Das Glycerin iſt ein im Waſſer leicht löslicher Stoff, der dem Syrup gleicht und einen ſüßen Geſchmack beſitzt. Es wird bei dem Seifenbildungsproceß erhalten. Wenn man nämlich eins der genannten neutralen Fette mit einer ſtarken Baſis zerſetzt, ſo vereinigt ſich damit die fette Säure und Glycerin wird ausgeſchieden.

Man hat lange Zeit für das Glycerin die Formel:

$$C_6\ H_{16}\ O_6$$

angenommen, bis Stenhouſe dafür

$$C_3\ H_4 + O$$

fand, welche Formel er aus der Analyſe mehrerer nicht allgemein in dem Pflanzenreich verbreiteter neutraler Fette ableitete. Kürzlich hat Redtenbacher das Glycerin wieder unterſucht und die Zuſammenſetzung:

$$C_6\ H_8\ O_2 + 4\ H_2O$$

gefunden, welche mit der von Stenhouſe übereinkommt und ſich auch der früheren von Pelouze anſchließt. Er betrachtet das Glycerin als eine bei der Seifenbildung erzeugte Alkoholart. Der Körper $C_6 H_8 O_2$, welchen Redtenbacher Akrolein nennt, entſpricht dem Aldehyd in ſo fern, als durch Oxydation deſſelben eine Acrylſäure $C_6 H_6 O_3$ entſteht, welche mit der Eſſigſäure eine große Analogie beſitzt. Gleich dem Aldehyd verwandelt ſich das Akrolein ſehr leicht in einen neutralen kryſtalliſirenden Stoff.

Berzelius iſt daher der Anſicht, daß das Glycerin in den neutralen Fetten nicht ſchon fertig gebildet vorkommt, ſondern erſt bei der Seifenbildung erzeugt wird. Die eigentliche Bildung der neutralen Fette iſt nach ihm ein Oxyd von dem Radikal Lippyl $C_3 H_4$, Lippyloxyd: $C_3 H_4 O$. Glycerin entſteht dann aus zwei Atomen dieſes Oxydes und 3 Atomen Waſſer:

$$2 \times C_3 H_4 O + (3 H_2 O) = C_6 H_{14} O_5 \text{*)}.$$

Alle Glycerin gebenden neutralen Fette enthalten alſo als Baſis $C_3 H_4 O$; demnach muß bei der Bildung derſelben in den Pflanzen neben den fetten Säuren auch jene Baſis erzeugt werden und bei dem Verbrauch der Fette in dem Thierkörper ebenfalls eine Veränderung erleiden.

Die wichtigſten der fetten Säuren ſind folgende:

Stearinſäure	$C_{68} H_{136} O_5 + H_2 O$
Margarinſäure	$C_{34} H_{68} O_3 + H_2 O$
Elainſäure	$C_{44} H_{80} O_4 + H_2 O$ **)

*) Redtenbacher in den Annalen der Chemie und Pharmacie. Auguſt 1843. Brief von Berzelius, 2. Juni 1843.

**) Redtenbacher und Varrentrapp, welche dieſe Säuren zuletzt unterſucht haben, fanden folgende Zuſammenſetzung:

Stearinſäure	$C_{68} H_{138} O_5 + H_2 O$
Margarinſäure	$C_{34} H_{68} O_3 + H_2 O$
Elainſäure	$C_{44} H_{72} O_4 + H_2 O$

Berzelius iſt der Anſicht, daß die Analyſen weit beſſer mit den im Text angegebenen Formeln übereinſtimmen.

Sie ſind in den Pflanzen und Thieren allgemein verbreitet und bilden in Verbindung mit $C_3 H_4 O$ Stearin, Margarin, Elain oder die neutralen Fette des Pflanzen- und Thierreichs, woraus durch Einwirkung ſtarker Baſen immer $C_3 H_4 O$ abgeſchieden wird und Verbindungen der fetten Säuren mit Natron u. ſ. w. entſtehen.

Außer jenen Säuren kennt man noch die:

Cocostalgſäure: $C_{27} H_{54} O_3 + H_2 O$,

durch Verſeifung aus der Cocosbutter erhalten *),

Myriſtinſäure: $C_{28} H_{56} O_3 + H_2 O$

aus Muscatbutter, deren Hauptbeſtandtheil ſie ausmacht, aber worin noch zwei andere fette Körper vorkommen **),

---

Stearinſäure Redtenbacher

	gef.	At.	ber.
C	76,53	68	76,76
H	12,93	138	12,90
O	10,52	6	10,34

Margarinſäure, Redtenbacher

	gef.	At.	ber.
C	75,64	34	75,64
H	12,86	70	12,71
O	11,50	4	11,65

Elainſäure, Varrentapp

	gef.	At.	ber.
C	76,73	44	76,89
H	11,89	82	11,69
O	11,38	5	11,42

Jahresbericht, 21. Jahrgang, S. 286.

*) Cocostalgſäure, Bromeis.

	gef.	At.	ber.
C	73,39	27	73,36
H	12,37	56	12,42
C	14,24	4	14,22

Berzelius ibid., p. 311. Bromeis berechnet $C_{27} H_{54} O_4$.

**) Myriſtinſäure, Playfair. Ann. der Chemie und Pharmacie, Bd. 37, S. 132.

	gef.	At.	ber.
C	74,06	28	73,75
H	12,29	58	12,54
O	13,65	4	13,71

Playfair berechnet $C_{28} H_{54} O_3 + H_2 O$.

Palmitinsäure: $C_{32} H_{64} O_3 + H_2 O$

aus Palmöl *),

Laurostearinsäure: $C_{24} H_{46} O_3$

aus dem Laurin **).

Wir wollen zuerst die fetten Säuren betrachten, welche im Pflanzenreiche vorkommen.

Baumöl kann ohne weitere Veränderung in Menschenfett übergehen; beide bestehen aus Margarin und Elain, nur in verschiedenen Verhältnissen. Da nun Margarin und Elain in den meisten der zur Nahrung dienenden Pflanzentheile vorkommen, so ist nichts natürlicher, als die Annahme, daß sie im menschlichen Körper direkt zur Fettbildung verwandt werden.

Wenn das Schaaf in seinem Futter Margarin und Elain verzehrt, so müssen diese eine chemische Veränderung erleiden, da das Fett der Schaafe vorzugsweise Stearin enthält. Vom Margarin ist die Umwandlung einfach. Wenn wir das Glycerin bei Seite lassen, so haben wir

2 Margarinsäure $C_{68} H_{136} O_6$
Stearinsäure $C_{68} H_{136} O_5$

O

Aus 2 Aeq. Margarinsäure entsteht also unter Verlust von 1 Aeq. Sauerstoff 1 Aeq. Stearinsäure. Es ist im hohen Grade wahrscheinlich, daß solch eine Desoxydation der

*) Palmitinsäure. Stenhouse.

	gef.	At.	ber.
C	75,48	32	75,08
H	12,41	66	12,64
O	12,11	4	12,28

Stenhouse berechnet $C_{32} H_{62} O_3 + H_2 O$

**) Marsson, Ann. der Chemie und Pharmacie Bd. 41, S. 334.

		ber.
C	24	75,61
H	46	11,92
O	3	12,47

Margarinſäure wirklich vor ſich gehe, und daß umgekehrt, wenn der Menſch Hammelfett verzehrt, die Stearinſäure ſich unter Aufnahme von Sauerſtoff in Margarinſäure verwandelt.

Bei dem letzteren Proceß fehlt indeſſen, ſo leicht auch die fetten Säuren in einander übergehen können, Lipyloxyd; die Hälfte des Stearin verliert ihr Lipyloxyd, indem es ſich mit ½ Aeq. Sauerſtoff zu Margarin verbindet; die andere Hälfte verändert ſich in Stearinſäure. Beim Genuß von Hammeltalg muß alſo im menſchlichen Körper entweder Lipyloxyd erzeugt werden, oder Glycerin vorhanden ſein, welches unter gewiſſen Verhältniſſen mit ½ Aeq. Stearinſäure und ½ Aeq. Sauerſtoff ſich zu Margarin vereinigt, oder — und dies iſt am wahrſcheinlichſten — die Hälfte der Stearinſäure wird in dem Körper zu andern Zwecken verbraucht.

Das Fett der Ziegen, Kühe, Pferde, auch Schweine und Gänſe enthält mehr oder weniger Stearin mit Margarin und Elain gemengt; das Menſchenfett iſt frei von Stearin. Bei dem Uebergang von Margarin und Elain, der im Pflanzenreich verbreiteten Fette, in das Fett eines der genannten Thiere, oder auch bei dem Uebergang des Fettes von einem Thiere in das eines andern muß dieſelbe Veränderung vor ſich gehen, welche wir ſo eben vom Stearin und Margarin nachgewieſen haben.

Die Elainſäure iſt ein anomaler Körper. Die bis jetzt betrachteten fetten Säuren ſind Oxyde von dem Kohlenwaſſerſtoff CH_2; die Elainſäure macht davon eine Ausnahme. Man kann ſie als einen Kohlenwaſſerſtoff betrachten, worin 8 At. Waſſerſtoff durch 4 At. Sauerſtoff erſetzt ſind.

$$C_{44}\ H_{88} + O_4\ H_8 = C_{44}\ H_{80}\ O_4$$

Aber wahrſcheinlicher iſt ſie eine gemiſchte Subſtanz. Bei ihrer Verwandlung in Elaidinſäure, durch Einwirkung von ſalpetriger Säure, entſteht gleichzeitig noch eine zweite

fette Säure von dunkelrother Farbe *); wird Elainsäure mit einem Ueberschuß von Kali zusammengeschmolzen, so bildet sich eine eigenthümliche Säure: $C_{32}H_{60}O_3$, und aus $C_{12}H_{18} + H_2O$, welche übrig bleiben, entstehen 3 Aeq. Essigsäure unter Absorption von Sauerstoff aus der Luft:

$$\begin{array}{l} C_{44}\ H_{80}\ O_4 \\ C_{32}\ H_{60}\ O_3 \end{array}$$

$$C_{12}\ H_{10}\ O + O_9 = 3\ (C_4\ H_6\ O_3) + H_2\ O\ **).$$

Man hat also allen Grund, die Elainsäure aus wenigstens zwei Stoffen zusammengesetzt zu halten.

Das Elain, als Pflanzen- oder thierischer Bestandtheil, von Thieren consumirt, deren Fett aus Margarin und Elain besteht, wird ganz in Margarinsäure verwandelt oder nicht. Es sind darüber noch keine entscheidenden Versuche bekannt.

Es werden, wenn wir das Lipyloxyd unberücksichtigt lassen, bei der erwähnten Umsetzung des Elains in Margarin nicht alle Elemente verbraucht:

Elainsäure .	$C_{44}\ H_{80}\ O_4$
Margarinsäure	$C_{34}\ H_{68}\ O_3$
	$C_{10}\ H_{12}\ O_1$

Die Verbindung: $C_{10}H_{12}O_1$ bleibt übrig. Es giebt aber einen mit der Benzoesäure in vielen Eigenschaften übereinstimmenden Stoff, die Fettsäure, welche sich nur durch 2 Aeq. Wasser von jener Formel unterscheidet, $C_{10}H_{16}O_3$: eine Säure, welche nicht aus Stearin- oder Margarinsäure, aber aus Elainsäure durch Destillation dargestellt werden kann, aber wovon in dem thierischen Körper sich noch keine Spur gefunden hat. Wie die Elemente $C_{10}H_{12}O_1$ verbraucht werden, liegt noch ganz im Dunkeln.

*) Meyer in den Ann. der Chemie und Pharmacie, Bd. 35, S. 174.

**) Baerentrapp ibid. p. 210.

Daß Stearin ſich im thieriſchen Körper auch zu Elain umſetzen kann, iſt unwahrſcheinlich.

Es iſt die Frage, ob die in den Nahrungsſtoffen der Thiere enthaltenen neutralen Fette ganz unverändert oder in einer andern Form aſſimilirt und in dem Zellengewebe abgeſondert werden. Wenn z. B. der Menſch Margarin und Elain haltige Stoffe genießt, ſo können die Fette möglicher Weiſe als ſolche unverändert in die Organe aufgenommen werden, oder ſie werden verſeift, circuliren als fette Säuren, und werden wiederum durch in dem Körper vorhandenes Lipyloxyd in neutrale Fette verwandelt. Iſt das Letztere unmöglich, ſo iſt auch undenkbar, daß aus den in den Speiſen vorkommenden fetten Säuren neutrale Fette gebildet werden.

Mit einiger Wahrſcheinlichkeit läßt ſich annehmen, daß neutrale Fette nicht in unverändertem Zuſtande, ſondern verſeift in das Blut gelangen, da die Galle und der Chylus immer freies Alkali enthalten. Jene Verſeifung erklärt zugleich die Gegenwart der Natronſalze der fetten Säuren im Blute und in andern Theilen des Körpers. Es muß ſich gleichzeitig Lipyloxyd abſcheiden und mit Waſſer zu Glycerin vereinigen. Iſt nun einmal eine Sodaſeife, bei dem Menſchen z. B. margarinſaures und elainſaures Natron in dem Blute enthalten, ſo kann daraus in dem Zellengewebe kein Margarin oder Elain gebildet werden ohne Zutritt von Glycerin; und es iſt die Frage, ob dieſes, als Verbindung von Lipyloxyd mit Waſſer, in dem Körper überhaupt ſich mit den fetten Säuren wieder zu neutralen Fetten vereinigen kann.

Jene Frage muß verneint werden; denn Glycerin und fette Säuren verbinden ſich nicht unmittelbar. Aber der Körper enthält eine reichliche Menge eines Oxyds von dem Radikal des Glycerins, dem Lipyl. Im statu nascenti wird ſich ohne Zweifel das Lipyloxyd mit den fetten Säuren

vereinigen und die in dem Zellengewebe abgesonderten neutralen Fette erzeugen können; und so wird aus dem margarinsauren und elainsauren Natron des Blutes abermals Margarin und Elain entstehen.

Wir haben (p. 253) gesehen, daß in dem Glycerin das erste Oxyd von dem Radikal C_3H_4, dem Lippyl, vorkommt. Die Milchsäure enthält das zweite Oxyd desselben Radikals. Sublimirt man Milchsäure, so entsteht ein weißes Sublimat:

$C_3 H_4 O_2$ Sublimat
$C_3 H_4 O$ Lippyloxyd.

Kommt jenes Sublimat mit Wasser in Berührung, so verwandelt es sich wieder in Milchsäure, indem zwei Aequivalente sich mit 1 Aeq. Wasser verbinden. Die Zusammensetzung der Milchsäure ist:

$C_6 H_{10} O_5$

Daß Milchsäure in dem Körper reichlich gebildet wird, ist bekannt *), besonders seit den vortrefflichen Versuchen von Lehmann, worauf wir noch am Ende dieses Capitels zurückkommen werden. Unter desoxydirenden Einflüssen kann, während sonst aus gewissen Stoffen Milchsäure erzeugt wird, Lippyloxyd entstehen; und so können neutrale Fette hergestellt werden aus fetten Säuren und Lippyloxyd im statu nascenti. Aus diesem Grunde halte ich es für wahrscheinlich, daß neutrale Fette, z. B. Baumöl sich nicht unverändert in dem Zellengewebe des Menschen ablagern, sondern sich zuvor verseifen, und daß aus dem margarinsauren und elainsauren Natron des Blutes unter dem Einfluß der Milchsäure die Fette reproducirt werden.

Wie die andern Pflanzenfette, welche wir (p. 254) angeführt haben, und solche, welche wir noch nicht kennen, sich

*) Die Versuche von Enderlin (Annalen der Chemie und Pharmacie, Mai 1843. p. 164), wodurch er die Abwesenheit der Milchsäure oder milchsauren Salze im Blute nachweiset, verdienen wiederholt zu werden. Sie stehen übrigens mit dem im Text Angeführten nicht im Widerspruch.

in dem thierischen Körper verhalten, darüber läßt sich nichts bestimmen. Cacaobutter liefert bekanntlich dem menschlichen Körper Fett; sie enthält Stearin. Hierauf findet also dasjenige Anwendung, was wir oben über die Verwandlung desselben in Margarin anführten. Cocosfett, Palmöl, Muskatbutter, deren Säuren wir (p. 254) namhaft gemacht haben, lassen sich nicht so leicht verändern. Es verdient indessen Beachtung, daß auch sie, eben sowohl wie die Stearin- und Margarinsäure, Oxyde vom Kohlenwasserstoff CH_2 sind, was Dumas Veranlassung gegeben hat, die bekannten fetten Säuren der Pflanzen und Thiere in folgender Weise zu vergleichen. Ich gebe die Formeln, wie Dumas gethan hat; sie beziehen sich auf die Hydrate der Säuren. Die Zusammensetzung einiger derselben ist von ihm etwas willkührlich angenommen; ich werde diese bezeichnen.

Er geht von der Margarinsäure aus, und indem er jedesmal C_2H_4 abzieht, findet er die folgende Reihe von 17 Stoffen, von denen neun bekannt sind *):

$C_{34}\ H_{68}\ O_4$	Margarinsäure
$C_{32}\ H_{64}\ O_4$	Aethalsäure
$C_{30}\ H_{60}\ O_4$	
$C_{28}\ H_{56}\ O_4$	Myristinsäure
$C_{26}\ H_{52}\ O_4$	Cocinsäure?
$C_{24}\ H_{48}\ O_4$	Laurinsäure
$C_{22}\ H_{44}\ O_4$	
$C_{20}\ H_{40}\ O_4$	
$C_{18}\ H_{36}\ O_4$	Caprinsäure?
$C_{16}\ H_{32}\ O_4$	
$C_{14}\ H_{28}\ O_4$	Oenanthylsäure
$C_{12}\ H_{24}\ O_4$	Capronsäure
$C_{10}\ H_{20}\ O_4$	Valeriansäure

*) Comptes Rendus, Tom. 15, p. 935. 1842.

C_8 H_{16} O_4 Butterſäure
C_6 H_{12} O_4
C_4 H_8 O_4 Eſſigſäure
C_2 H_4 O_4 Ameiſenſäure.

Je weiter man in dieſer Reihe hinabgeht, um ſo leichter ſind die Säuren ſchmelzbar. In allen iſt CH_2, ein mit dem ölbildenden Gaſe iſomerer Kohlenwaſſerſtoff, vorhanden, wie Chevreul bereits vermuthet hat.

In ſehr vielen Pflanzentheilen, namentlich in den Fruchthüllen mancher Früchte findet ſich eine fette Subſtanz, welche durch gewiſſe Thiere auch aus Zucker bereitet wird; dies iſt das Wachs. Daß es in den Pflanzen vorkommt, iſt ſchon lange bekannt geweſen; nicht ſo lange, daß die Bienen es aus ganz reinem Honig erzeugen.

Man findet verſchiedene Arten von Wachs auf der Außenſeite mancher Pflanzentheile. Dahin gehört das blaue Wachs der Trauben und Pflaumen, und dasjenige, was man aus den Apfelſchaalen in ziemlichen Quantitäten erhält; es iſt auch ein Beſtandtheil von dem Gemenge, welches man gewöhnlich Chlorophyll nennt. Ferner enthält Stroh eine kryſtalliſirbare Wachsart, eine andere hat Avequin beſchrieben, welche er auf der äußern Fläche des Zuckerrohrs reichlich verbreitet fand.

Viele dieſer Subſtanzen ſind Oxyde von Kohlenwaſſerſtoff.

Van der Vliet fand für
Myricin C_{20} H_{40} O
Cerin C_{10} H_{20} O *)

*) Bulletin 1838, p. 184.
Myricin

	gef.	At.	ber.
C	80,60	20	81,38
H	13,11	40	13,28
O	6,29	1	5,34

Letzteres iſt in kochendem Alkohol von 0,857 löslich, das erſte unlöslich, aber wird vom Alkohol von 0,804 gelöſet; beide ſind Beſtandtheile des gewöhnlichen Wachſes.

Avequin fand für Ceroſin, die Wachsart aus Zuckerrohr,

$$C_{48}\ H_{100}\ O_2 = 48\ (CH_2) + 2\ H_2O\ *)$$

Er hat außerdem die intereſſante Thatſache mitgetheilt, daß die Arten von Zuckerrohr, welche viel Zucker geben, wenig von dem Wachs enthalten, und umgekehrt, daß die, welche viel Wachs liefern, nicht ſehr zuckerhaltig ſind. Daraus folgt, daß entweder das Wachs in der Pflanze zur Zuckerbildung verbraucht wird, oder der Zucker zur Wachsbildung.

Das Letzte ſcheint am wahrſcheinlichſten zu ſein, und als allgemeine Regel bei dem chemiſchen Stoffwechſel ſowohl im Pflanzen- wie im Thierreich zu gelten.

Daß die Bienen in den Pflanzen vorhandenes Wachs einfach ſammeln, liegt in der Natur der Sache, in allen Blüthen, woraus ſie Honig ziehen, iſt auch Wachs enthalten. Auf dieſe Weiſe läßt ſich alſo nicht entſcheiden, ob die Bienen das Wachs aus dem Zucker erzeugen oder bloß aus den Pflanzen aufnehmen. Grundlach hat übrigens poſitiv nachgewieſen **), daß ſie es wirklich aus dem Zucker bereiten. Er fütterte Bienen mit einer Auflöſung von Kandiszucker in Waſſer, und ſah ſie demungeachtet Wachs hervorbringen. Er beobachtete ferner, daß die Bienen zur Produktion von einem

---

Cerin

	gef.	At.	ber.
C	77,89	10	77,27
H	12,97	20	12,62
O	9,14	1	10,11

*) Annales de Chimie et de Physique, October 1840, p. 218.

	gef.	At.	ber.
C	81,4	48	81,4
H	14,2	100	14,1
	4,4	2	4,5

**) Naturgeſchichte der Bienen, Caſſel 1842.

Pfund Wachs 20 Pfund Honig bedürfen †). Zuckerrohr und Bienen können also beide den Zucker in Wachs, d. i. in Fett umwandeln. (Siehe ein Weiteres über das Wachs bei Chlorophyll.)

Gleich wie es Pflanzen giebt, welche besondere Fettstoffe enthalten, so findet man auch in gewissen Thieren, selbst in bestimmten Organen derselben eigenthümliche fette Körper; wir wollen diejenigen, welche wir kennen, in der Kürze aufzählen.

In der Butter kommen größtentheils mit Lipploryd verbunden, außer der Margarin- und Elainsäure vor:

Caprinsäure:

$$C_{18}\ H_{29}\ O_3\ *)$$

Capronsäure:

$$C_{12}\ H_{19}\ O_3\ **)$$

Butterölsäure:

$$C_{34}\ H_{60}\ O_4 + H_2\ O$$

Buttersäure;

$$C_8\ H_{14}\ O_4\ ***).$$

---

†) Diese Berechnung kann darum nicht ganz richtig sein, weil der Honig immer ein wenig Wachs enthält, wenn er nicht besonders gereinigt ist.

*) Chevreul

		ber.
C	18	74,10
H	29	9,74
O	3	16,16

**) Chevreul

		ber.
C	12	68,67
H	19	8,87
O	3	22,46

***) Buttersäure, de Jany, Scheik. Onderz., D. I., p. 429.

	gef.	At.	ber.
C	30,00	8	29,75
H	4,38	14	4,25
O	18,04	4	19,46
BaO	46,58	1	46,54

Siehe auch Beomeis in den Annalen der Chemie und Phaemacie Bd. 42, S. 66,

Nach Berzelius findet ſich freie Butterſäure ein Cyan, und nach Gmelin auch in dem Magenſaft und dem Schweiß.

Zu den Fetten, welche aller Wahrſcheinlichkeit nach in dem thieriſchen Körper ſelbſt erzeugt werden, gehören die folgenden:

Cetin in dem Physeter macrocephalus, und zwar an einer beſtimmten Stelle der Hirnhöhle:

$$C_{236}\ H_{484}\ O_{14}$$

In dem Cetin kommt Margarinſäure, Elainſäure und Aethal vor:

$$C_{96}H_{198}O_3 = 3\ (C_{32}H_{66}O) = 3 \times 32\ (CH_2) + H_2O + O_2$$

Phocin in dem Fett von Delphinus phocena

$$C_{26}\ H_{48}\ O_{12}$$

Choleſterin in der Galle und den Gallenſteinen, in dem Blut, in den Fetten des Gehirns, im fungus medullaris und in Krankheiten der Eierſtöcke und Hoden.

$$C_{37}\ H_{64}\ O_1$$

Ambranin in ambra

$$C_{33}\ H_{65}\ O_1\ (H_{66})?$$

In dem Gehirn giebt es endlich viele Fette, welche von verſchiedenen Chemikern unterſucht ſind (Couerbe, Fremy),

---

Die Butteeſäuee von Beomeis aus Butter abgeſchieden, iſt:

		gef.	bee.
C	34	74,41	74,55
H	62	11,96	11,10
O	5	13,63	14,35

Sie nähert ſich in dee Zuſammenſetzung der Margaeinſäuee: $C_{34}\ H_{70}\ O_4$.

Die Butteröläure ſcheint duech Oxdation aus der Margaeinſäure zu entſtehen und duech Desoxndation dieſe hevoebringen zu können. Wenn näuilich die Maegarinſäure aus dem Fett der Kuhe in die Butteröläure ubeegeht, ſo eefoedeet ſie zur Oxdation 5 Aeq. Saueeſtoff; umgekehet weeden bei der Verwandlung dee Butteröläuee und Margaeinſäuee z. B. in dem menſchlichen Köepee 5 Aeq. Sauerſtoff ausgeſchieden. Der Hauptbeſtandtheil der Buttee iſt indeſſen Margarinſäuee, mit nue wenig Butteröläure veebunden.

Pelouze und Gelis haben die Zuſammenſetznng der Butterſäuee $= C_8H_{16}O_4$ gefunden (Pogg. Annalen Nr. 8. p. 625).

Fette, welche Phosphor und Schwefel enthalten: Eleencephol, Cerebrot, Cephalot, Stearaeonot nach Couerbe. Ihre Zusammensetzung ist übrigens noch nicht genau bekannt.

Diese oberflächliche Aufzählung der Fette des Thier- und Pflanzenreichs zeigt uns, daß sie für die Kenntniß des Stoffwechsels in den Organen von Bedeutung sind. Sie kommen in der Pflanzenwelt in großer Verbreitung vor, und in verschiedenen Pflanzentheilen in verschiedener Menge; am reichsten sind die Samen, in denen sich die fetten Oele in den größten Quantitäten ansammeln. Wo feste Proteinverbindungen in den Pflanzen abgesondert werden, da findet man meistens zugleich auch nicht unbedeutende Fettablagerungen; eine Erscheinung, welche ihrer Allgemeinheit wegen Beachtung verdient. Das Gehirn z. B., welches zum größten Theil aus Eiweiß besteht, und die Milch, welche reich an Proteinverbindungen ist, enthalten beide zugleich ansehnliche Mengen von Fett. Aber bei den Thieren sammeln sich auch außerdem in den Zellen des Zellengewebes bedeutende Quantitäten Fett an, ohne daß zugleich eine Proteinverbindung abgeschieden würde.

Nach den obigen Thatsachen scheinen die Thiere viel Fett von den Pflanzen zu erhalten, und es ist demnach die Frage aufgeworfen, ob alles Fett der Thiere von den Pflanzen herrührt. Dieser Ansicht ist Dumas, während sie Liebig bestreitet *). Das Beispiel von den Bienen ist für diesen Fall von großer Wichtigkeit. Aber auch die von Dumas angestellten Versuche scheinen beweisend, wornach es scheint, als ob wirklich die Kuh alles Fett, was ihre Milch enthält, mit dem Futter verzehrt **).

*) Annalen der Pharmacie und Chemie Bd. 45.

**) Comptes Rendus, 6 Mars 1843 p. 352. Ein ausführlicher Bericht von Dumas, Bouſſingault und Payen über den Ursprung des Fettes in den Thieren findet sich in Comptes Rendus 13. Février 1843 p. 345.

Ohne zu untersuchen, ob nicht die Natur der in den Nahrungsmitteln enthaltenen Fette auf die Fettbildung im thierischen Körper von Einfluß sei, nahm man einfach Fett für Fett; man bestimmte die aus den Nahrungsstoffen mit Aether ausgezogene Quantität derselben, ferner die Quantität der Nahrungsstoffe selbst, welche in einer bestimmten Zeit von einem Thier verzehrt waren, und die bis zu Ende dieser Zeit erfolgte Gewichtszunahme jenes Thieres, und glaubte aus solchen Versuchen schließen zu können, ob das thierische Fett bereits in den Nahrungsmitteln enthalten sei, oder ob ein Theil desselben aus andern Nahrungsstoffen, Amylum, Zucker u. s. w. im thierischen Körper bereitet würde. Eine Gans sollte diesen streitigen Punkt entscheiden. Bei der Mästung mit Mais, meinte Liebig, müsse Fett aus Amylum gebildet werden können, weil in dem Mais nur eine unbedeutende Quantität Fett, etwa $^1/_{10}$ pCt. enthalten sei, indeß Dumas 9 pCt., also mehr Fett in der Nahrung fand, als in einer gegebenen Zeit von der Gans verbraucht war, als sie an Gewicht zugenommen hatte. Es hat sich später herausgestellt, daß verschiedene Arten Mais sehr abweichende Mengen Fett enthalten; es kann daraus also kein Schluß gezogen werden.

Es ist nicht leicht, die Streitfrage zu entscheiden; denn in fast allen Nahrungsstoffen findet man mehr oder weniger Fett. Liebig führt indessen viele Beispiele von Substanzen an, welche kein oder wenig Fett enthalten und doch die Fettbildung im thierischen Körper ausnehmend unterstützen, z. B. alle Mehlstoffe, Reis, Erbsen, Bohnen, Kartoffeln und Getränke, welche vorzugsweise zur Mästung des Viehes angewendet werden. Sie enthalten gewiß alle Fett, aber z. B. 0,13 — 0,25 pCt.; Erbsen 1,20 — 2,1; ausgepreßte Rüben 0,67; trockne Kartoffeln Aether löslichen Bestandtheilen. Verzehrt Pfund eines jener Stoffe, so erhält es

damit nicht mehr als 13—25, 12, 7, 6½, 30 Pfund Fett.

Nach Liebig bedürfen drei Schweine zur vollkommnen Mäſtung in 13 Wochen 1000 Pfd. Erbſen und 6825 Pfd. gekochte Kartoffeln, welche 1638 Pfd. trocknen Kartoffeln gleichkommen. In jener Quantität Erbſen ſind 21 Pfd., in den Kartoffeln 5 Pfd., zuſammen 26 Pfd. Fett enthalten. Ein gemäſtetes Schwein giebt im Mittel 50—55 Pfd. Fett, alſo drei 150—165 Pfd. Vor dem Mäſten hat ein Schwein etwa 18 Pfd. Fett, alſo drei 54 Pfd. Rechnet man zu dieſen 54 Pfd. die 26 Pfd., welche in den Nahrungsſtoffen vorhanden ſind, ſo hat man 80 Pfd.; und dieſe von den 150—165 Pfd. abzogen, bleiben 70—85 Pfd., welche in den drei Schweinen aus Amylum u. ſ. w. gebildet ſein müſſen.

Dazu fügt Liebig noch Beſtimmungen der Fette, welche in den Excrementen einer Kuh enthalten ſind, deren Quantität wenig von dem Fettgehalt des Heues und der Kartoffeln differirt, welche die Kuh verzehrt; woraus ebenfalls folgen würde, daß alle Butter aus dem Amylum und andern Beſtandtheilen der Nahrungsſtoffe und nicht unmittelbar aus dem Fette derſelben gebildet ſei. Eine Kuh frißt etwa 7½ Kilogramme Heu. Dieſe enthalten 1,56 % und alſo 116 Gramme Fett; außerdem 15 Kilogramme Kartoffeln; darin ſind 10 Gramme Fett, alſo in beiden 126 Gramme. Die Excremente einer Kuh von einem Tag wiegen 4000 Gramme und enthalten 3,119 pCt., alſo 125 Gramme Fett. Dies iſt grade die Menge des in dem verzehrten Heu und Kartoffeln enthaltenen Fettes *).

Im Gegenſatz zu jenen von Liebig mitgetheilten Thatſachen hat Payen**) andere Verſuche mit zwei Pferden an-

*) Comptes Rendus, 13 Mars 1843, p, 568.

**) Dumas verwirft das Beiſpiel von der Kuh, weil die Quantitäten der Nahrungsſtoffe, der Butter und Excremente ſo ſehr verſchieden ſind. Comptes Rendus, 6 Mars 1843, p. 559.

Siehe Dumas, Bouſſingault und Payen in Ann. des Sc. nat. Mai und Juni 1843. Zoologie. p. 351.

geſtellt, welche weniger Fett durch die Excremente ausgeben, als ihre Nahrungsmittel enthalten. Die beiden Pferde wogen zuſammen 940 Kilogramme. In 14 Tagen, wo ſie nur mit Heu gefüttert waren, hatten ſie 332 Kilogramme gefreſſen, und darin 6,64 Kilogramme Fett. Während dieſer Zeit gaben ſie 226 Kilogramme Excremente, worin 3,672 Kilogramme in Aether lösliche Stoffe, alſo 2,968 Kilogramme weniger als in den Nahrungsſtoffen enthalten waren. Während dieſes Verſuchs hatte das eine Pferd 13, das andere 25 Kilogramme an Gewicht verloren. Daraus muß man ſchließen, daß auch Fett in dem Körper verzehrt und nicht immer aus andern Stoffen producirt wird.

Die Behauptung, daß in dem thieriſchen Körper Fette aus den Nahrungsſtoffen erzeugt werden können, gewinnt dadurch an Wahrſcheinlichkeit, daß wirklich manche Fette in demſelben gebildet werden müſſen, z. B. die Hirnfette, Choleſterin, die Fette der Capra-Arten, Cetin u ſ. w. Natürlicher Weiſe entſtehen dieſe entweder aus andern Fetten, oder aus andern Subſtanzen, z. B. aus Amylum; beides iſt inſofern daſſelbe, als in jedem Falle eine Umſetzung der Elemente ſtattfinden muß. Von Seiten der Wiſſenſchaft widerſpricht alſo nichts der Anſicht, daß die Thiere Fette erzeugen können; Dumas hat demnach geirrt in der Annahme, daß die Pflanzen für die Thiere Fett produciren, und daß die Thiere dazu nicht fähig ſind.

Wozu die Fette in dem thieriſchen Körper dienen, werden wir ſpäter ſehen.

Bei der mikroſkopiſchen Unterſuchung ſolcher Samen, welche beim Auspreſſen Oel geben, wie die Mandeln, ſieht man deutlich Oeltröpfchen an den innern Wänden der Zellen haften. Dieſe werden durch Preſſen des Samens in gewöhnlicher Temperatur ausgetrieben und liefern das Oel. Es iſt indeſſen bekannt, daß eine viel größere Menge Oel aus jenem Samen erhalten wird, wenn er auf eine gewiſſe Tem-

peratur erwärmt war. Dadurch wird ein anderer Theil des Oels, welcher nicht unverbunden in dem Samen vorhanden iſt, frei gemacht und kann nun auch durch Preſſen ausgeſchieden werden. Das Erwärmen geſchieht entweder durch Röſten oder durch Erhitzen in Waſſerdampf oder Waſſer. Es genügt eine Temperatur, wobei das Eiweiß gewöhnlich coagulirt, was ungefähr bei 62° geſchieht.

In dem Fett enthaltenden Samen kommt nämlich in den Zellen außer den genannten Oeltröpfchen eine große Menge unregelmäßiger Kügelchen vor, von einer gelblichen halb durchſcheinenden Materie. Dies iſt eine Verbindung von Eiweiß und Gluten mit Oel, wahrſcheinlich eine chemiſche Verbindung, woraus ein Theil des Oels ſich ausſcheidet, wenn der Eiweißſtoff erhitzt wird, und dabei in einen anderen iſomeriſchen Zuſtand übergeht (coagulirt wird, kann man hier nicht gut ſagen, weil das Eiweiß bereits feſt war); eine Veränderung, welche das thieriſche und Pflanzen-Eiweiß ſehr leicht erleidet. Alles Oel wird übrigens auf dieſe Weiſe nicht getrennt, auch nicht bei allen fetthaltigen Samen gleich viel, ſo daß manche Arten eine viel höhere Temperatur oder wiederholtes Preſſen und Erwärmen erfordern, z. B. der Leinſamen, welcher im Vergleich zu den Mandeln ſein Oel nur ſchwer verliert. Daher ſind alle dieſe Oele eiweißhaltig und müſſen für gewiſſe Zwecke noch einer beſondern Reinigung unterworfen werden (Patentöl).

Alle jene Samen, Ricinus-, Lein-Samen, enthalten vor vollendeter Reife Amylum; aber dies verſchwindet, je mehr die Quantität des fetten Oels zunimmt, und hat der Oelgehalt ſein Maximum erreicht, d. h. iſt der Samen vollkommen reif, ſo iſt keine Spur von Amylum mehr darin zu entdecken. Es iſt daher im hohen Grade wahrſcheinlich, daß das Amylum zur Erzeugung der fetten Stoffe dient, daß die Fette in den Zellen ſelbſt aus Amylum gebildet werden. Die einfache Zuſammenſetzung mancher Samen kann zur Zeit

über die Fettbildung Licht verbreiten und die Metamorphoſe von Amylum in Fette erklären.

Bei der Fettbildung müſſen, welche Stoffe auch dazu dienen mögen, ſehr ſauerſtoffreiche Körper entſtehen, oder ſelbſt Sauerſtoff als Gas frei werden. Aber ſolche ſauerſtoffreiche Verbindungen ſind in den Pflanzen nicht bekannt; wir kennen kein Pflanzenprodukt, welches, aus andern Pflanzenſtoffen entſtanden, den bei der Fettbildung übrig bleibenden Sauerſtoff aufnehmen könnte. Es iſt daher ohne Zweifel die Fettbildung eine der vielen Quellen der Sauerſtoffentwickelung durch die Pflanzen.

Das aus dem Amylum abgeſchiedene Sauerſtoffgas kann durch Diffuſion nach vielen andern Pflanzentheilen, nach den Blättern durch die Zellenwände oder Luftgefäße geführt werden und von da in die Atmoſphäre entweichen.

Eine ſolche Umſetzung der Elemente des Amylums in dem Samen kann nach folgendem Schema geſchehen:

	C	H	O
7 Aeq. Amylum . .	84	140	70
8 Aeq. Waſſer . . .		16	8
	84	156	78
1 Aeq. Margarinſäure	34	68	3
1 Aeq. Elainſäure . .	44	80	4
2 Aeq. Lipploxyd . .	6	8	2
Sauerſtoff			69
	84	156	78

Dieſe Vorſtellung gewinnt indeſſen dann erſt einige Wahrſcheinlichkeit, wenn bewieſen iſt, daß das Fett in den Samen aus Amylum erzeugt wird, und daß nicht zugleich auch andere Körper aus den Elementen des Amylums entſtehen. Die einfache Zuſammenſetzung mancher ölhaltiger

Samen, welche aus Celluloſe, Proteinverbindungen und Fetten beſtehen, machen übrigens letzteres nicht wahrſcheinlich.

Ueberall, wo wir Fette in den Pflanzen finden, anzunehmen, daß ſie aus Amylum gebildet ſind, iſt ſehr gewagt. Schon früh finden ſich in manchen unreifen Samen Kügelchen von einem fetten Oele, mit Amylumkörnchen gemengt. In den Pollenkörnern findet man Fett, welches ausſchwitzt und ſich mit Wachs verbindet; überhaupt enthalten die meiſten Pflanzentheile mehr oder weniger davon. Ob es immer aus Amylum gebildet wird, iſt nicht mit Sicherheit zu beſtimmen; aber es iſt gewiß, daß das Amylum dazu günſtiger Umſtände bedarf; denn die an Amylum reichſten Pflanzentheile ſind nichts weniger als fetthaltig. Aber wenn das Fett unter günſtigen Einflüſſen, z. B. unter dem Einfluſſe der Proteinverbindungen wirklich aus Amylum entſteht, ſo kann es durch ſein Vermögen, ſich zu verbreiten und ſich durch Capillarität zu vertheilen, leicht nach andern Stellen hingeführt werden, und muß ſogar überall dahin durchdringen, wo es an Waſſer fehlt, um die Zellenwände feucht zu halten, oder an Eiweiß, womit es ſich zu einer feſten Verbindung vereinigt. Daher kommt es, daß man es äußerlich auf den Pollenbläschen und in dem Fruchtgehäuſe der ölhaltigen Früchte findet, wenn dieſe anfangen zu trocknen. Iſt das Fett in einer wäſſerigen Flüſſigkeit vertheilt, oder dann mit Eiweiß verbunden, ſo ſind die Fettkügelchen zu groß, um durch die Zellenwände zu dringen. Solche Fette bleiben dann an der Stelle, wo ſie abgeſondert ſind, z. B. in der Kokosnuß.

Daß während des Keimens das Amylum durch die Diaſtaſe in Dextrin und Zucker verwandelt wird, und daß dieſe der jungen Pflanze zur Nahrung dienen, iſt eine unbeſtreitbare Thatſache. In den ölhaltigen Samen fehlt Amylum; es iſt daher wahrſcheinlich, daß in dieſen die fetten Oele mit dem Eiweiß die Rolle des Amylums und des Eiweißes

bei den Keimen übernehmen; daß also die Fette in dem Boden eine Zersetzung erleiden und sich in Nahrungsstoffe für die junge Pflanze verwandeln. Aber welcher Art diese sind, ist unbekannt.

Welches Vermögen Eiweiß und Fett zusammen besitzen, chemische Wirkung auf andere Stoffe zu äußern, z. B. Milchzucker in Milchsäure zu verwandeln, hat Lehmann vor Kurzem gezeigt *). In den Pflanzen können demnach jene beiden Stoffe zusammen eine Reihe von Metamorphosen erzeugen, und, wie es scheint, den Zucker in Säuren verwandeln, wie dies wenigstens die Versuche von Lehmann von selbst ergeben. Dabei wird coagulirtes Eiweiß in den löslichen Zustand zurückgeführt, und es kann also wieder das Fett, welches unter dem Einfluß des Eiweißes Zucker in Milchsäure verwandelt, auf das Eiweiß zurückwirken und es auflöslich machen. Durch diese Wechselwirkung von Fett, Eiweiß und Zucker kann also auch das coagulirte Eiweiß in den Pflanzen in Circulation versetzt werden, während die neutralen Fette dabei nicht immer in correspondirende, sondern auch in andere fette Säuren — Elain z. B. in Buttersäure — verwandelt werden (nach Lehmann). In der That eine wichtige Entdeckung für die Zoochemie. (Siehe Milch.)

Chlorophyll.

Bekanntlich entwickeln nach zuverlässigen Untersuchungen die grünen Pflanzentheile im direkten Sonnenlichte Sauerstoffgas. Diese Thatsache steht in der Wissenschaft ganz isolirt; sie ist noch nicht mit dem in den Pflanzen unaufhörlich vor sich gehenden Stoffwechsel in Zusammenhang gebracht, für dessen Endresultat man sie ohne Zweifel zu halten hat. Es

*) Franz Simon, Beiträge zur Phys. und Path. Chemie, Bd. I. S. 73.

ist wohl natürlich, daß der Sauerstoff von einem oder mehreren Stoffen herrührt, welche sich bald da, wo er sich ausscheidet, bald an andern Stellen befinden; daß ferner seine Entwickelung aus den grünen Pflanzentheilen Folge der Bildung sauerstoffärmerer Körper aus sauerstoffreichern ist, und daß überhaupt nur durch eine derartige Umsetzung der Stoffe Sauerstoff frei werden kann.

Die Pflanzen enthalten solche sauerstoffarmen Stoffe. Wir werden sie späterhin, wo von der Sauerstoffentwickelung durch die Pflanzen speciell die Rede sein wird, genauer betrachten und nachweisen, daß die Ausscheidung dieses Gases von der Bildung jener Substanzen einfache Folge ist. In dem Capitel über die Fette ist bereits (p. 270) davon die Rede gewesen.

Eine fast allgemein in dem Pflanzenreich verbreitete Substanz, das sogenannte Chlorophyll, verdient hier eine specielle Betrachtung. Es ist der färbende Bestandtheil der grünen Blätter und findet sich also, da die grünen Pflanzentheile Sauerstoff entwickeln, grade an der Stelle, wo diese Ausscheidung vor sich geht.

Der Augenschein lehrt, daß die jungen Pflanzentheile viel weniger intensiv grün gefärbt sind, als die ältern; daraus folgt, daß die Quantität des Chlorophylls in den Blättern mit dem Alter zunimmt. Wäre das Chlorophyll ein sauerstoffarmer Körper und aus sehr sauerstoffreichen Stoffen entstanden, so würden die grünen Pflanzentheile schon dadurch allein die Fähigkeit erhalten, Sauerstoff zu entwickeln. Das ist indeß keineswegs der Fall. Das Chlorophyll ist eine sauerstoffreiche Substanz. Demungeachtet gilt der Satz: die Blätter geben Sauerstoffgas, nicht *weil* sie grün sind, sondern *indem* sie grün *werden*.

Diese Behauptung zu prüfen, wollen wir die Geschichte des Chlorophylls in der Kürze durchgehen.

Bereits vor einigen Jahren habe ich eine Untersuchung

darüber angeſtellt *) und nachgewieſen, daß die Subſtanz, welche Pelletier, Caventou de Candolle, Macaire Princep, Clamor Marquart und Andere unter den Namen Chlorophyll, Viridin oder Chromyl beſchrieben haben, nichts als ein Gemenge von Wachs und reinem grünem Farbſtoff iſt.

Dieſe Thatſache iſt darum ſehr wichtig, weil die Bildung von beiden, nämlich von dem Wachs, einem Fett, und dem damit gemengten grünen Farbſtoff mit jener Funktion der Pflanzen, der Sauerſtoffentwickelung, in naher Beziehung ſteht. Das Wachs und Blattgrün haben alſo einen genetiſchen Zuſammenhang und müſſen daher zuſammen abgehandelt werden, obgleich ſie ihrer chemiſchen Natur nach weſentlich verſchieden ſind.

Zieht man grüne Blätter mit Aether aus, ſo erhält man eine grüne Löſung. Wird der Aether verdampft und der Rückſtand mit heißem Alkohol behandelt, ſo ſcheidet ſich beim Erkalten eine ziemliche Quantität einer weißen fetten Materie, nämlich Wachs, aus, während der grüne Farbſtoff aufgelöſt bleibt.

Bevor wir zu den Betrachtungen über den reinen grünen Farbſtoff übergehen, wird es zweckmäßig ſein, einige Worte über das Gemenge von Wachs und Farbſtoff vorauszuſchicken.

Nur im phyſiologiſchen Sinne kann man dieſes Gemenge Blattgrün nennen; im chemiſchen Sinne kommt dieſe Benennung nur dem reinen grünen Farbſtoffe zu. Erſteres will ich mit B, letzteren mit C bezeichnen.

Aehnliche Gemenge von einem wachsartigen Fett und Farbſtoffen findet man auch in anderen äußeren Pflanzentheilen, namentlich in der äußern Haut der Früchte, beſonders der gefärbten. Dieſe Fruchthaut iſt meiſtens grün ge-

*) Natuur- en Scheikundig Archief, D. II, p. 1. en Nat. Bijdragen, D. VII, S. 1, p. 82.

färbt, wird aber allmälig roth u. s. w. und bekommt dabei immer mehr Härte und oft auch Glanz.

Zieht man die Schalen, z. B. unserer Aepfel, mit Aether aus, so löst sich eine Menge einer wachsartigen Materie darin auf, ein Wachs, welches, je nach der Farbe der Fruchthaut, verschieden gefärbt ist, grau in den Aepfeln, schön orangeroth bei den Vogelbeeren.

Das Wachs der farbigen Obstschalen, der grünen Blätter und unreifen Früchte hat ohne Zweifel denselben Ursprung; aber verschiedene Zusammensetzung.

Der grüne Farbstoff der unreifen Früchte weicht während der Reife einem anders gefärbten Stoffe; wahrscheinlich ist ersterer in letzteren umgewandelt.

Eine Beobachtung von Sennebier*) verdient noch immer besondere Beachtung. Er fand, daß roth und gelb gefärbte Pflanzentheile im Sonnenlichte kein Sauerstoffgas entwickeln, sondern daß nur die grünen Theile diese Eigenschaft besitzen; woraus folgen würde, daß — der erstere Schluß ist jedoch, wie wir gleich sehen werden, unrichtig — der grüne Farbstoff aus Substanzen entsteht, welche Sauerstoff abgeben, und daß er selbst sauerstoffarm ist, während die anders gefärbten Pflanzentheile auf diese Weise nicht entstehen können; ferner, daß die Farbstoffe, welche beim Verschwinden der grünen Substanz übrig bleiben, entweder schon zum Theil mit ihr gemengt waren, oder durch Zersetzung derselben gebildet sind.

Das mit Aether und Alkohol aus den Vogelbeeren extrahirte gefärbte Wachs giebt an Schwefelsäure, Salzsäure, Kali und Natron den Farbstoff ab und wird beinahe weiß. Seinen Eigenschaften nach stimmt es mit dem Cerin überein, und obgleich die Identität durch die Elementaranalyse nicht bestätigt wird, so scheint es doch zu den wachsartigen Kör-

*) Physiologie végétale, Tom. 5, p. 71.

pern zu gehören. Bereits betrachteten wir bei den Fetten (Seite 261) drei verſchiedene Wachsarten: Cerin, Myricin und Ceroſin. Es giebt davon noch viel mehr; man erhält ſie bei der Unterſuchung faſt der meiſten Pflanzentheile, Wurzeln, Rinden u. ſ. w. Die Claſſe der wachsartigen Stoffe iſt wahrſcheinlich eben ſo groß, als die der Harze, aber leider noch wenig bekannt. Aus den Vogelbeeren und der Wurzelrinde der Aepfelbäume bei der Darſtellung von Phloridzin hat man zwei gleiche wachsartige Subſtanzen erhalten von folgender Zuſammenſetzung:

$$C_{40}H_{64}O_{10} = 20\ (C_2H_3) + O_8 + 2\ H_2O\ *).$$

Sie ſtimmen auch in ihren Eigenſchaften faſt ganz überein.

Aehnliche Wachsarten erhält man aus den Schalen der Aepfel, Trauben, Kalabaſſen (Cucurbita lagenaria) des ſpaniſchen Pfeffers, der Gurken, Apfelſinen und Citronen. Alle jene Stoffe ſind, wie die Früchte, verſchieden gefärbt und verhalten ſich in ihren Reaktionen gleich dem B Blattgrün. Durch Extrahiren mit Aether erhält man eine verhältnißmäßig größere Menge Fett, mit Alkohol mehr Farbſtoff, weil dieſer in Alkohol, jenes in Aether auflöslicher iſt.

Es iſt zu bemerken, daß das Wachs **) in der Epider-

---

*) Scheik. Onderz., Deel II, p. 157.

I. iſt Wachs aus der Rinde des Aepfelbaumes. II. aus Vogelbeeren.

	I.		II.	
C	69,17	69,16	68,87	69,64
H	8,91	8,85	9,22	9,32
O	21,92	21,99	21,99	21,04

	At.	ber.
C	40	68,67
H	64	8,94
O	10	22,39

**) Wir nennen jene Subſtanz Wachs, weil ſie damit in ihren Eigenſchaften viel Aehnlichkeit beſitzt. Ihrer Zuſammenſetzung nach unterſcheidet ſie ſich von dem eigentlichen Wachs durchaus. Das der Epidermis der Feuchte ſcheint die Umwandlung in Cerin und Myricin zu vermitteln.

Seite 261 ſind einige Wachsarten angeführt; aber es ſcheint deren

mis der Früchte in der Zeit entſteht, wo dieſe grün werden, und daß es nach der Veränderung des grünen Farbſtoffs während der Reife darin zurückbleibt. Nehmen wir hinzu, daß die gefärbten Herbſtblätter einen ähnlichen Fettſtoff in ziemlicher Menge enthalten, wie die Früchte und grünen Blätter; daß die im Herbſt roth werdenden Blätter Gewächſen angehören, welche rothe Früchte tragen, und daß die Pflanzen, welche im Herbſt gelbe Blätter bekommen, meiſt gelb gefärbte Früchte haben, ſo kann über den Urſprung des rothen und gelben Farbſtoffs aus dem C Chlorophyll kein Zweifel mehr ſein.

Wie ſehr die Umwandlung des C Blattgrüns in den Farbſtoff der reifen Früchte von dem Einfluſſe des Lichtes abhängt, erhellt daraus, daß die Früchte, wo ſie von der Sonne nicht hinlänglich beſchienen werden, die allgemeine grüne und an der Sonnenſeite eine andere Farbe haben, während dagegen Blätter, denen das Licht entzogen wird, bleichen und unter Einwirkung des direkten Sonnenlichtes eine bedeutende Quantität B Blattgrün erhalten. Dieſe weſentliche Verſchiedenheit in der Einwirkung des Lichtes auf die Früchte und Blätter hat dieſelbe Urſache, der die Färbung der Blätter im Herbſte zugeſchrieben werden muß. Jene Erſcheinungen beruhen nämlich darauf, daß das Licht nur dann B Blattgrün hervorbringen kann, wenn der Stoff, woraus es immer aufs Neue gebildet wird, in hinlänglicher Quantität vorhanden iſt, um das durch das Licht zerſtörte Blattgrün immer zu erſetzen. Denn ſobald jener Vorrath erſchöpft iſt, verſchwindet das Chlorophyll und andere nicht grüne Farbſtoffe treten zum Vorſchein.

Das Licht hat in hohem Grade das Vermögen, die Pflanzentheile grün zu färben, und wirkt im gleichen Maaße

---

viel mehr zu geben. So fand z. B. Solly (London and Edinb. Phil. Mag. 1837, II, p. 452) in dem Safte des Kuhbaums eine eigenthümliche wachsartige Subſtanz, welche er Galaktin nennt.

zerſetzend auf alle Farbſtoffe, ſelbſt das C Blattgrün nicht ausgenommen. Kaum ſind Spargel, Kartoffeln, die jungen Blätter der ſich öffnenden Knospen u. ſ. w. dem Sonnenlichte ausgeſetzt, ſo werden ſie grün. Es muß alſo ein in der Pflanze allgemein verbreiteter Stoff zur Bildung des Blattgrüns Gelegenheit geben, ein Stoff, der auch da vorhanden iſt, wo keine grüne Farbe ſichtbar iſt, in Theilen, die dem Lichte unzugänglich ſind. Dieſe Veränderung findet nicht nur an der Oberfläche Statt, ſondern auch ſo weit unterhalb derſelben, als das Licht durch die halb durchſcheinenden Pflanzentheile mehr oder weniger hindurchdringen kann. Daher kommt es, daß man faſt in allen Theilen der krautartigen Pflanzen B Blattgrün findet und am meiſten in den Blättern, die bei ihrer großen Oberfläche der Einwirkung des Lichtes vorzugsweiſe ausgeſetzt ſind.

Es giebt Pflanzen, welche geſprenkelte, gefleckte oder ſogar auch anders, als grün gefärbte Blätter haben; ferner andere, welche überhaupt nicht gefärbt und alſo auch nicht grün ſind. Dies Alles führt zu dem Schluß, daß in der ganzen Pflanze oder in den Theilen derſelben, welche nicht grün gefärbt ſind, die Stoffe fehlen, woraus das Chlorophyll entſteht. Oftmals ſieht man des Sommers, während das ganze Blatt grün iſt, durch Inſektenſtiche einen einzigen Fleck roth gefärbt. Der Hagelſchlag, der eine örtliche Quetſchung des Blattes hervorbringt, bewirkt eine ähnliche Färbung. Der grüne Farbſtoff dieſer Stellen wird durch das Licht zerſetzt, und aus den noch vorhandenen Stoffen keine neue Quantität deſſelben mehr erzeugt; in der Regel nimmt dieſer Theil des Blattes dieſelbe Farbe an, welche das ganze Blatt im Herbſte bekommen würde. Daraus können wir ſchließen, daß die herbſtliche Färbung der Blätter durch eine chemiſche Veränderung des grünen Farbſtoffes durch das Licht bewirkt wird, ohne daß irgend eine Funktion der Pflanze daran Antheil nimmt.

Die anders als grün gefärbten Blätter ſind es entweder in Folge eines allgemeinen in den Pflanzenſäften vorhandenen Farbſtoffes, oder es bildet ſich eine ſolche Subſtanz nur an gewiſſen Stellen, ohne daß in anderen Theilen eine Spur davon angetroffen wird. So findet man bei vielen Pflanzen die untere Seite der Blätter nicht grün, ſondern anders gefärbt, oder gefleckt. Das Gelb ſieht man in Blättern, die man folia picta, maculata, punctata nennt, in den verſchiedenſten Nüancirungen. Ilex aquifolium iſt in dieſer Hinſicht beſonders merkwürdig; es hat bald grüne Blätter mit gelbem Rande, bald gelbe Blätter mit grünem Rande. Aucuba japonica hat abwechſelnd grüne und gelbe Fleckchen, Celtis australis grüne Blätter mit gelben Streifen auf den Adern; Carduus marianus gleichfalls. Solche Stellen ſind in dem Zuſtande der gelben Herbſtblätter, wenn jene früher grün geweſen ſind, oder iſt dies nicht der Fall, ſo fehlte vom Anfang der Entwickelung des Blattes an der Stoff, woraus die grüne Farbe erzeugt wird, wie man dies z. B. bei Arum pictum deutlich ſehen kann. Manche der geſtreiften oder auf andere Weiſe gelb gefärbten Blätter werden vollkommen grün, ſobald die Pflanze beſſer genährt wird.

Aehnliche Abwechſelung, wie zwiſchen Gelb und Grün, findet man auch zwiſchen Roth und Grün, in welchem Falle übrigens nothwendig zwei Farbſtoffe vorhanden ſein müſſen. Rubus rosaefolius hat grüne Blätter mit ſchmalem rothen Rande; die von Maranta zebrina ſind unten braunroth, oben grün und mit gelben Streifen verſehen. Maranta bicolor iſt in dieſer Hinſicht beſonders intereſſant.

Dieſe Verſchiedenheiten, welche mit der herbſtlichen Färbung in einem urſächlichen Zuſammenhange ſtehen, finden darin eine Erklärung, daß der urſprünglich überall vorhandene grüne Farbſtoff an den anders gefärbten Stellen durch das Licht zerſetzt und nicht erneuert wird. Dieſelbe Erſcheinung bietet Fagus sylvatica var. purpurea dar, wo mit dem

Blattgrün gleichzeitig ein rother Farbſtoff vorkommt, der offenbar durch die Wirkung des Lichtes erzeugt wird, da das Grün in dem Maaße abnimmt, als die Blätter mehr von der Sonne beſchienen werden. Die weiße Lilie iſt anfangs grün.

Die meergrüne Farbe, color glaucus, entſteht durch eine dünne Schicht Wachs, womit die grünen Blätter überzogen ſind. Taucht man die Blätter von Echium fastuosum und von Sedum dasyphyllum einige Augenblicke in Aether oder Alkohol, ſo werden ſie grün: ſie verlieren die dünne Wachsſchicht, welche die Oberfläche bedeckte. Der Thau färbt das Gras aus demſelben Grunde meergrün, während die kleinen Tautröpfchen ſelbſt unſichtbar ſind.

Die Menge des Wachſes, welche auf dieſe Weiſe auf den Blättern vorkommt, iſt bei manchen bedeutend, z. B. bei Ceroxylon; es findet ſich ebenfalls auf den Trauben, Birnen und anderen Früchten, beſonders bei Myrica cerifera; in größter Menge fand ich es auf der äußerſten Oberfläche der Brakteen von Musa paradisiaca. Auf den Blättern vieler Arten von Encephalarctos liegt eine dicke Wachsſchicht (Miquel).

Nach dieſer Aufzählung von Beiſpielen, welche uns von dem gleichzeitigen Vorkommen des Wachſes mit einem grünen Farbſtoffe in den Blättern und unreifen Früchten; mit einem rothen Farbſtoffe in den rothen Herbſtblättern und rothen Früchten; und mit einem gelben Farbſtoffe in den gelben Herbſtblättern und gelben Früchten überzeugen, wollen wir einige Verſuche von Berzelius *) über die Natur des reinen grünen Farbſtoffs der Blätter mittheilen.

Berzelius hat zu jenen Verſuchen die Blätter von Sorbus Aria genommen; ich habe ſie mit Wein-, Syringen-

*) Annalen der Pharmacie. Bd. 27. p. 296.

und Pappel-Blättern und mit Gras wiederholt und genau dieſelben Reſultate erhalten.

Friſche Blätter gaben, mit Aether ausgezogen, eine dunklere Auflöſung, als getrocknete; letztere iſt mehr oder weniger gelblich gefärbt; ſie verhält ſich übrigens ſo wie die der ungetrockneten Blätter, nur liefert ſie weniger reines Blattgrün.

Wird die ätheriſche Löſung bis zu einem geringen Rückſtand verdampft, ſo ſetzt ſich eine Subſtanz ab, welche mit Alkohol ſo lange ausgezogen wird, bis er anfängt, ſich gelblich zu färben. Die Löſung in Alkohol wird verdunſtet, und was zurückbleibt, aufs Neue mit heißem Alkohol behandelt. Beim Abkühlen ſcheidet ſich eine große Menge Wachs aus, welches man abfiltrirt; über ſeine Zuſammenſetzung wird weiter unten die Rede ſein.

Die grüne Alkohol-Löſung zur Trockne verdampft, hinterläßt eine Materie, welche von concentrirter Salzſäure aufgelöſt und daraus durch Waſſer niedergeſchlagen wird; ſie färbt es beim Auswaſchen gelb. Das ſo gereinigte Blattgrün iſt in Alkohol und Aether nur ſchwierig löslich; es ertheilt ihnen eine ſchwarzgrüne Farbe und macht ſie undurchſichtig. Von concentrirter Kalilauge wird es mit einer ſchönen grasgrünen Farbe größtentheils gelöſt und hinterläßt eine ſchwarze Subſtanz. Dieſe Löſung, mit Eſſigſäure überſättigt, läßt das Blattgrün wieder fallen. Man erhält ſo das reine Chlorophyll; es ſchmilzt nicht bei 200°, aber löſet ſich auch nach dem Erhitzen faſt ganz in Salzſäure und Kali mit ſchön grasgrüner Farbe.

Das reine C Blattgrün läßt ſich aus ſeiner Auflöſung in Salzſäure durch kohlenſauren Kalk ausſcheiden. Es iſt in Waſſer unlöslich; in Alkohol mit grüner Farbe, welche ſich mehr oder weniger ins Blaue zieht, auflöslich, wenn der Farbſtoff zuvor getrocknet war, wobei er eine Veränderung zu erleiden ſcheint. Er verhält ſich gegen Aether wie gegen

Alkohol. Von concentrirter Schwefelſäure wird er mit einer ſchön grünen Farbe gelöſt und durch Waſſer daraus gefällt; eben ſo von Salzſäure; ſie läßt dabei eine geringe Portion einer blaßgelben Materie ungelöſt zurück, die Berzelius Xanthophyll nennt und welche die gelbe Färbung der Blätter im Herbſte verurſacht. In dem C Blattgrün, wie es im Sommer in den friſchen Blättern vorkommt, iſt jener gelbe Stoff nicht vorhanden; er kommt erſt dann zum Vorſchein, wenn das Chlorophyll zerſetzt wird.

Chlor durch die ſalzſaure Auflöſung des reinen Blattgrüns geleitet, entfärbt dieſelbe, und es ſetzen ſich weiße Flocken ab, die ſich zum Theil in Aether löſen. Die in Aether löslichen und unlöslichen Stoffe ſind beide fettartiger Natur. Das Chlor ſcheint alſo das vom Wachs befreite Blattgrün, d. i. den reinen grünen Farbſtoff in Wachs und eine andere fette Subſtanz zu verwandeln; eine Metamorphoſe, welche entweder auf einer Oxydation oder auf Entziehung von Waſſerſtoff beruht. Jedenfalls nehmen wir daraus ab, daß das Wachs der Blätter zum Theil aus dem reinen Blattgrün erzeugt werden kann.

Das C Chlorophyll iſt in Eſſigſäure löslich; Salpeterſäure färbt es unter Gasentwickelung gelb. Kali und Ammoniak löſen es mit ſchöner grüner Farbe, ebenfalls kohlenſaures Kali und kohlenſaures Ammoniak. Aus einer Auflöſung in Alkohol wird es durch eſſigſaures Blei gefällt.

Das C Blattgrün der getrockneten Blätter iſt in mancher Hinſicht von dem der friſchen Blätter verſchieden; es ſtimmt in ſeinen Eigenſchaften mit dem Theil des Farbſtoffs der letzteren überein, welcher in Aether aufgelöſt bleibt und von Alkohol nur ſchwierig aufgenommen wird. Erwägen wir, daß das Blattgrün an der Luft zum Theil in Gelb verwandelt wird, und daß die an der Luft getrockneten Blätter weniger Chlorophyll und mehr von dem gelben Farbſtoffe enthalten (nach Verſuchen von Berzelius), ſo iſt

nichts natürlicher, als die Annahme, daß jene Umwandlung unter Aufnahme von Sauerſtoff vor ſich geht; dies iſt indeſſen nicht der Fall; im Gegentheil ſind es desorydirende Mittel, welche den gelben Farbſtoff erzeugen.

Bei dem Vertrocknen der Blätter und bei dem Verſchwinden des reinen Blattgrüns an der Luft ſcheint ſich ein Theil in neue Produkte zu zerlegen; da indeſſen der aus einer ſalzſauren Auflöſung des reinen Chlorophylls durch Chlor gebildete gelbe Stoff eine Art Fett iſt, ſo muß ein Theil des Wachſes, welches wir mit dem reinen Blattgrün gemengt finden, ein Zerſetzungsprodukt deſſelben ſein, und zwar ein ſolches, welches ſich bildet, wenn ein Theil der Elemente des Chlorophylls desorydirt wird. Bringen wir hiermit die gelbe Färbung der Blätter im Herbſte und deren bedeutenden Wachsgehalt in Zuſammenhang, ſo muß uns klar werden, daß letzteres durch eine chemiſche Veränderung des Blattgrüns gebildet wird. Es verdient daher jener gelbe, von Berzelius gleichfalls genau beſchriebene Stoff beſondere Beachtung.

Der im Aether aufgelöſte und darauf beim Behandeln mit Alkohol zurückgebliebene Theil des C Blattgrüns, wovon getrocknete Blätter ſehr viel enthalten, wird in Aether aufgelöſt und Salzſäure hinzugefügt. Es entſtehen dabei zwei Schichten, eine das Wachs enthaltende gelbe Aetherſchicht und eine ſaure grüne. In der letzteren ſchwimmt viel von einem dunkelgrünen Fett; dieſes wird filtrirt und mit Salzſäure gewaſchen. Die ſalzſaure Auflöſung läßt nach dem Sättigen mit kohlenſaurem Kalk Blattgrün fallen, welches wieder mit Salzſäure gewaſchen und gekocht zum größten Theil ſich auflöſt und eine ſchwarze Materie zurückläßt. Wird die Säure mit kohlenſaurem Kalk neutraliſirt, ſo ſcheidet ſich das Blattgrün mit einer gelblich grünen Farbe ab, während ſich die zuvor grüne Flüſſigkeit blau färbt; eine Erſcheinung, der wir ſchon oben gedachten und welche beſonderes Intereſſe

hat, weil bekanntlich aus Blau und Gelb Grün entſteht und man bei vielen Früchten, welche urſprünglich grün waren, ſpäter eine blaue Färbung beobachtet; endlich weil der gelbe Farbſtoff, welcher in den an der Luft getrockneten Blättern in ſo bedeutender Quantität gefunden wird, wohl nicht anders als durch das Trocknen, d. h. durch eine chemiſche Veränderung des Blattgrüns während des Trocknens entſtanden ſein kann. Unter die Zerſetzungsprodukte von reinem C Chlorophyll gehört alſo eine blaue und eine gelbe Subſtanz.

Dies Gemenge von dem gelben und blauen Farbſtoffe der getrockneten Blätter ſtimmt in ſeinen Eigenſchaften faſt genau mit dem Blattgrün friſcher Blätter überein; nur wird es aus der Auflöſung in Salzſäure nicht wie das der friſchen Blätter gefällt.

Die ſchwarze Materie, wovon ſo eben die Rede war, zieht raſch aus der Luft Feuchtigkeit an. Schwefelſäure löſet ſie mit einer Farbe auf, welche aus Braun, Gelb und Grün zuſammengeſetzt iſt. Faſt eben ſo färbt ſie alle die Flüſſigkeiten, welche reines Blattgrün auflöſen. Sie iſt ein drittes Zerſetzungsprodukt des C Chlorophylls.

Aus dieſen Verſuchen von Berzelius, welche ich wegen der Natur der Farbenverſchiedenheit der Blätter abſichtlich ausführlicher mitgetheilt habe, — jene Mannigfaltigkeit läßt ſich leicht mit Hülfe einiger wenigen Farbſtoffen erklären, die verſchiedenen Einflüſſen ausgeſetzt ſind — folgt zunächſt, daß der grüne Farbſtoff der Blätter ſehr leicht in drei Stoffe zerſetzt wird: in einen gelben, einen blauen und einen ſchwarzen; daß aus den verſchiedenen Verhältniſſen, in denen jene drei Farbſtoffe mit dem Chlorophyll gemengt ſind, die mannigfachen Nüancirungen des Grüns entſtehen, und daß alſo letztere nicht bloß auf dem größern oder geringern Gehalt an Blattgrün beruhen, ſondern auch von der Miſchung jener drei Farbſtoffe mit demſelben abhängen. Es iſt

dem Maler wohl bekannt, wie man aus Blau, Gelb und Schwarz allerlei Arten des Grüns hervorbringt. Blattgrün, welches ſich bereits in jene drei Subſtanzen zerlegt hat, kann alſo demungeachtet ein Blatt noch immer grün färben.

Die Blätter beſitzen von dem reinen C Chlorophyll eine äußerſt geringe Quantität, und nach Berzelius eben nicht mehr, als gefärbte Zeuge von dem Farbſtoffe enthalten.

Eine Auflöſung des reinen Blattgrüns dem Sonnenlichte ausgeſetzt, färbt ſich nach wenigen Stunden gelb. Eine ſalzſaure ätheriſche Löſung deſſelben, in einer zur Hälfte damit gefüllten Flaſche fünf Monate lang aufbewahrt, hatte ſeine Farbe ganz verloren und war ebenfalls gelb geworden (Berzelius). Dieſe Verſuche ſind ſehr wichtig; ſie beweiſen erſtens die Zerſetzung des grünen Farbſtoffes mit Hinterlaſſung eines gelben, wobei alſo die blaue und ſchwarze Subſtanz zerſtört werden, ſowohl unter dem Einfluſſe des Lichtes als ohne Mitwirkung deſſelben; und ferner eine wahrſcheinlich ähnliche fortdauernde Zerſetzung und Regeneration des Chlorophylls in den grünen Blättern unter dem Einfluſſe des Lichtes.

Die fortwährende Umwandlung des grünen Farbſtoffs kann zum Theil die Bildung des Wachſes veranlaſſen; denn die Menge des letztern iſt um ſo größer, je ſpäter im Sommer man die Blätter unterſucht. So lange jene Regeneration fortdauert, bleiben die Blätter grün; hört ſie auf, ſo werden ſie gelb, wie es im Herbſte geſchieht. Die Erfahrung, daß das Sonnenlicht die grüne Farbe einer Auflöſung des reinen Blattgrüns in Gelb verwandelt, lehrt, daß der durch den Einfluß des Lichtes gebildete grüne Farbſtoff durch das Licht auch wieder zerſetzt wird. Dadurch iſt die faſt gleichzeitige Entſtehung und Vernichtung des grünen Farbſtoffes hinlänglich außer Zweifel geſtellt.

Intereſſant iſt das Auftreten einer blauen Subſtanz während der Zerſetzung des Blattgrüns. Ich erhielt davon

die größte Quantität, als ich reines aus der ſalzſauren Löſung durch kohlenſauren Kalk gefälltes Chlorophyll mit verdünnter Salzſäure auswuſch. Die ſchwach ſaure Löſung enthielt nichts von einem grünen Farbſtoff, ſondern war ſehr ſchön indigblau gefärbt. Jener blieb auf dem Filter zurück.

Ohne Zweifel iſt es derſelbe blaue Farbſtoff, der in den Häuten mancher Früchte vorkommt, z. B. in den Trauben. Aber wie er aus dem Chlorophyll entſteht, und wo in dieſem Falle der gelbe Farbſtoff bleibt, iſt unbekannt; ſtark oxydirende Agentien zerſtören das Chlorophyll ganz und gar, desoxydirende ebenfalls. Es iſt alſo das Blattgrün zugleich eine ſehr beſtändige und ſehr veränderliche Subſtanz, welche in der Pflanze zu vielerlei Zwecken verbraucht wird.

Wenn wir erwägen, daß der grüne Farbſtoff nur unter dem Einfluß des Lichtes entſteht, und daß zugleich durch die Einwirkung des Lichtes auf die Pflanzen Sauerſtoff ausgeſchieden wird, ſo werden wir von ſelbſt darauf geführt, einen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen beiden Erſcheinungen anzunehmen. Junge Pflanzen werden im Dunkeln nicht grün; dem Lichte ausgeſetzt, färben ſie ſich aber um ſo intenſiver grün, je mehr ſie von der Sonne beſchienen werden.

Man würde indeſſen irren, wenn man daraus ſchließen wollte, daß, wie die mit dem C Blattgrün gemengten ſauerſtoffarmen Körper (das Wachs), ſo auch der grüne Farbſtoff ſelbſt aus den allgemeinen Pflanzentheilen, z. B. dem Amylum unter Abſcheidung von Sauerſtoff erzeugt wird (ſiehe p. 270). Im Gegentheil wird nach den Verſuchen von Berzelius bei der Bildung des Chlorophylls Sauerſtoff abſorbirt, und erſt bei ſeiner Entfärbung Waſſerſtoff aſſimilirt oder Sauerſtoff ausgeſchieden.

Hinſichtlich des Vermögens, oxydirt und desoxydirt zu werden, läßt ſich das Blattgrün mit dem Indigo vergleichen.

Berzelius hat reines C Blattgrün in Salzſäure aufgelöſt und der Einwirkung von Waſſerſtoff im statu nascenti ausgeſetzt, indem er in jene Löſung ein Stück Zink legte und die atmoſphäriſche Luft durch ein Gasleitungsrohr, welches unter Waſſer mündete, ausſchloß. Der ſich entwickelnde Waſſerſtoff veränderte die grüne Farbe vollkommen in Gelb. Beim Verdunſten der gelben Flüſſigkeit in einem offenen Gefäße färbte ſie ſich allmählig wieder grün, doch nicht ſo intenſiv wie vorher. Wärme ſtellt die grüne Farbe nicht wieder her, ſondern verwandelt die grüne Subſtanz in eine rothe.

Die Erzeugung des rothen Farbſtoffs aus dem grünen iſt deshalb von Wichtigkeit, weil im Herbſte die Blätter mancher Gewächſe, anſtatt gelb, roth werden. Aber es iſt noch kein Zuſammenhang zwiſchen der aus der ſalzſauren Löſung zurückgebliebenen rothen Subſtanz und dem rothen Farbſtoff der Blätter im Herbſt nachgewieſen; und obgleich letzterer wahrſcheinlich durch den Einfluß eines Alkali und unter Abſorbtion von Sauerſtoff aus dem Chlorophyll entſteht und um ſo weniger Wachs erzeugt wird, ſo iſt doch der Beweis noch nicht geliefert *).

Ueber den rothen Farbſtoff der Blätter im Herbſte ſind ebenfalls von Berzelius einige Verſuche angeſtellt **). Er macht darauf aufmerkſam, daß, während viele Pflanzen im Herbſte gelbe Blätter haben, gerade diejenigen, welche rothe Früchte tragen, rothe Blätter bekommen. Der Farbſtoff der Kirſchen und Johannisbeeren iſt nach ihm demjenigen gleich, welchen er aus den roth gewordenen Blättern der Kirſchbäume oder Johannisbeerſträuche abgeſchieden hat. Auch fand er, daß beide Früchte denſelben Farbſtoff beſitzen.

*) Ich habe bei der Wiederholung der Verſuche von Berzelius genau dieſelben Reſultate erhalten.

**) Annalen der Pharmacie, Bd. 21, p. 262.

Er iſt in Waſſer und Alkohol in jedem Verhältniß löslich, unauflöslich in Aether; ſeine wäſſrige Auflöſung verträgt Abdampfen durch Wärme nicht, ohne braun und weniger auflöslich zu werden. In ſeiner Auflöſung iſt er ſchön roth, giebt aber mit Kalkmilch vermiſcht einen graugrünen Niederſchlag. Berzelius ſchließt hieraus, daß er nicht, wie man gemeint hat, eine Verbindung von einem blauen Farbſtoff mit einer Säure iſt. Wird übrigens der Farbſtoff, ſo unrein als er bei der Behandlung der Fruchthüllen mit Waſſer erhalten wird, und alſo mit Aepfelſäure und Citronenſäure verunreinigt, mit eſſigſaurem Blei gefällt, ſo erhält man einen hellblauen Niederſchlag. Da nun Ammoniak den rothen Farbſtoff braun färbt, ſo ſcheint der Verſuch mit Kalk eher eine Zerſetzung unter dem Einfluß des Alkalis anzudeuten. Der rothe Farbſtoff aus Vogelbeeren gab mit eſſigſaurem Blei einen grünen Niederſchlag, was alſo wiederum auf ein Gemenge von Gelb und Blau hinweiſt.

In den rothen Herbſtblättern der Kirſchen und Johannisbeeren fand Berzelius außer dem rothen Farbſtoffe Wachs und Fett. Letztere werden niedergeſchlagen, wenn man ihre alkoholiſche Löſung mit Waſſer verſetzt, wobei der rothe Farbſtoff aufgelöſt bleibt. Die wäſſrige Auflöſung giebt mit eſſigſaurem Blei einen grünen, nach einigen Augenblicken graubraun werdenden Niederſchlag. Der Farbſtoff wird durch Schwefelwaſſerſtoff vom Blei getrennt, und ſeine Auflöſung im luftleeren Raume verdampft; er verhält ſich bis auf kleine Unterſchiede dem Vorigen gleich. Aus den gelben friſchen Herbſtblättern zog Berzelius mit Alkohol einen gelben Farbſtoff aus, gemengt mit einem Fett, welches nur zum Theil durch ein Alkali verſeift werden konnte (Wachs).

Den gelben Farbſtoff ſelbſt hat Berzelius nicht ganz frei von dieſem Fett erhalten können; er iſt im Waſſer unauflöslich, in Alkohol und Aether löslich; an der Luft wird er gebleicht. Aus ſeiner Auflöſung in Alkalien kann er durch

Säuren niedergeſchlagen werden. Berzelius hält ihn für eine Subſtanz, die zwiſchen Oel und Harz in der Mitte ſteht, und nennt ſie Xanthophyll.

Aus dem Mitgetheilten geht deutlich hervor, daß das C Blattgrün ein eigenthümlicher Körper, und vom Wachs oder den Fetten ganz verſchieden iſt; daß es in einen gelben, ſchwarzen oder blauen Farbſtoff zerlegt werden kann, und daß es, mit dieſen gemengt, in vielen Blättern vorkommt; daß aus jenem Gemenge das verſchiedene Grün der Blätter entſteht; daß oxydirende und desoxydirende Körper es zerſetzen und zuletzt entfärben; und daß daraus unter dem Einfluß desoxydirender Subſtanzen Wachs entſteht, obſchon dasjenige, welches in den Blättern vorkommt, größtentheils einen anderen Urſprung hat.

Was nun das reine C Chlorophyll betrifft, ſo iſt nur eine einzige Art, namentlich von Pappelblättern (Populus tremula) der Analyſe unterworfen, und dies nur mit einer ſehr geringen Quantität, ſo daß wir von ſeiner Zuſammenſetzung eine nichts weniger als genaue Kenntniß beſitzen.

Die Analyſe hat gegeben:

$$C_{18} H_{18} N_2 O_8$$ *)

Beſtätigt ſich dieſe Zuſammenſetzung des Chlorophylls, wozu indeſſen wiederholte Analyſen deſſelben von verſchiedenen Blättern nöthig ſind, ſo ſchließt es ſich an die indigoartigen Körper an. Das durch Waſſerſtoff im statu nascenti

*) Scheik. Onderz. Deel II.

	gef.	At.	ber.
C	55,51	18	55,81
H	4,82	18	4,36
N	6,68	2	7,19
O	32,99	8	32,34

entfärbte Chlorophyll würde dann ein Hydrür des grünen ſein:

$C_{16} H_{10} N_2 O_2$ blauer Indigo,
$C_{16} H_{12} N_2 O_2$ weißer Indigo.

Aus der obigen Zuſammenſetzung läßt ſich folgern, daß das Chlorophyll unter desorydirenden oder Waſſerſtoff entbindenden Einflüſſen in den Pflanzen aus Grün weiß wird.

Das grüne C Chlorophyll, ein ſauerſtoffreicher Körper, giebt bei ſeiner Entſtehung keinen Sauerſtoff ab, ſondern bedarf deſſen vielmehr, um urſprünglich farblos, grün gefärbt zu werden. Es iſt nämlich überall in den Pflanzen wahrſcheinlich als weißes Chlorophyll vorhanden und wird erſt unter dem Einfluß des freien Sauerſtoffs grün; umgekehrt wird das grüne Chlorophyll bei ſeiner weiteren Färbung desorydirt, oder es verbindet ſich mit Waſſerſtoff, gleichwie der Indigo durch ſchwefelſaures Eiſenoxydul ſich in weißen Indigo verwandelt; aber es verſchwindet nicht.

Ueber die Conſtitution des reinen C Blattgrüns läßt ſich, ſo lange ſeine Zuſammenſetzung nicht feſtſteht, nichts mit Sicherheit ausmachen; ebenſowenig über ſeine Veränderung in die gelbe, blaue und ſchwarze Subſtanz, wovon wir oben geſprochen haben.

Die Färbung der Blätter im Herbſte iſt eine Erſcheinung, welche beſondere Beachtung verdient. Wenn das Leben der Pflanze abnimmt, werden die meiſten Blätter gelb, manche roth, andere braun. Die letzte Färbung beobachtet man beſonders bei nicht ſehr grünen ſaftreichen Blättern; ſie iſt Folge einer Humusbildung, einer Zerſetzung des Pflanzenzellenſtoffs in Ulminſäure, wodurch alle anderen Farbſtoff der Blätter verdeckt werden.

Die gelbe und rothe Färbung der Blätter im Herbſte iſt es alſo, worauf wir beſonders unſere Aufmerkſamkeit zu richten haben. Schon Robinet und Guibourt *) haben

*) Journal de Chimie Med. 1827. Avril, p. 161.

die Bemerkung gemacht, daß Gewächſe, welche rothe oder blaue Früchte tragen, im Herbſt rothe Blätter bekommen; ſo die Blätter des Weinſtockes, welcher blaue Trauben giebt, während der mit weißen Trauben meiſt gelbe Blätter erhält. Dieſe intereſſante Beobachtung wird durch viele Beiſpiele beſtätigt. Sie führt zunächſt zu dem Schluß, daß die gelbe Färbung der Blätter eine andere Urſache hat als die rothe.

Die Stelle, von der die Färbung der Blätter im Herbſte ausgeht, iſt bei verſchiedenen Pflanzen verſchieden. Bei manchen beginnt ſie an der Spitze, bei anderen an den Rändern oder in der Nähe der Nerven, noch andere bekommen gefärbte Flecken; an der Spitze bei Plantago lanceolata; an den Rändern bei Lythrum Salicaria; an den Nerven bei Fuchsia multiflora; gefleckte Blätter hat Ribes nigrum. Dieſer Farbenwechſel tritt ein, ſobald kein neuer grüner Farbſtoff mehr abgeſchieden oder bereitet wird, wenn der Stoffwechſel in dem Blatte aufhört.

In Betreff der Jahreszeit, in der die Blätter ihre grüne Farbe verlieren, herrſcht bekanntlich eine große Verſchiedenheit. Sie färben ſich früher, wenn die Temperatur bedeutend abnimmt, oder eine ſtarke Trockniß die Funktionen der Pflanze frühzeitig vermindert. Selbſt bei Blättern derſelben Pflanze findet ein Unterſchied Statt. Crataegus indica hat einzelne rothe Blätter, und Olea europaea einzelne gelbe, während die Maſſe noch grün iſt. Dies Alles deutet auf eine Verſchiedenheit in der Funktion eines jeden Blatttheilchens und der einzelnen Blätter.

Durch desorydirende Stoffe iſt man nicht im Stande, die gelbe Herbſtfarbe in Grün zu verwandeln. Es iſt Wachs, verbunden mit einer gelben Subſtanz, welches übrig bleibt, wenn das reine C Chlorophyll durch das Licht zerſetzt wird, und das Blau und Schwarz (ſ. p. 284) in farbloſe Stoffe verwandelt ſind. Ganz anders verhält es ſich mit dem rothen Farbſtoffe der rothen Herbſtblätter, welcher ebenfalls

mit Wachs verbunden iſt. Die alkoholiſchen Löſungen der rothen Herbſtblätter von Azalia pontica, A. rosea, Vitis hederacea werden unter dem Einfluß desoxydirender Stoffe, wie ſchwefelſaures Eiſenoxydul, ſämmtlich grün. Dieſelbe Veränderung erleiden auch die rothen Farbſtoffe, welche während des Sommers in den Blättern ſelbſt bereitet werden. Die braunrothe Farbe der Blätter von Fagus sylvatica var. purpurea wird durch ſchwefelſaures Eiſenoxydul in ein ſchönes Grün verwandelt *).

Säuren oder Alkalien vermögen dieſe Farbe nur dann zu verändern, wenn ſie concentrirt ſind.

Die Identität des rothen Farbſtoffes der Fruchthaut und der Herbſtblätter ſcheint mir aus vielen Verſuchen erwieſen. Beide ſind ſelbſtſtändig, unabhängig von Säuren oder Alkalien, und die Behauptung von Macaire Prinſep, daß die rothe Färbung der Blätter im Herbſt durch eine Säure, welche ſich in den Blättern entwickele, veranlaßt werde, iſt vollkommen unrichtig, ebenſo, daß der rothen Färbung eine gelbe voraufgehe. Es exiſtirt auch kein ſogenannter Zuſammenhang zwiſchen der Farbe der Blumen und der der Herbſtblätter und Früchte, wie Robinet und Guibourt zu finden geglaubt haben; eben ſo wenig zwiſchen den rothen und andern Farbſtoffen, welche in manchen Pflanzen allgemein verbreitet vorkommen. Ueber die rothe Färbung der Blätter im Herbſte läßt ſich übrigens nichts mit Beſtimmtheit feſtſtellen, weil die chemiſche Zuſammenſetzung der im Herbſte in den rothen Blättern vorhandenen Stoffe unbekannt iſt. So viel iſt indeſſen gewiß, daß das C Chlorophyll dabei ganz und gar zerſetzt und in neue Produkte verwandelt wird. Die gelbe Färbung

*) Ich meine übrigens damit nicht, daß dabei wirklich C Blattgrun gebildet wird. Eine rothe alkoholiſche Löſung von Johannisbeeren, mit Salzſäure vermiſcht, wird durch Zink ganz entfärbt, und keineswegs grun.

beruht wahrſcheinlich auf einer Desoxydation des C Chlorophylls.

H. Mohl *) iſt übrigens der Anſicht, daß das Chlorophyll zu der rothen winterlichen Färbung der Blätter in keiner Beziehung ſteht, wohl aber mit der Farbe der Früchte. Die Kälte ſtört die Funktion der Blätter, und ſo wie dieſelben im Licht durch Kälte roth werden, ſo röthen ſich nach Mohl die Früchte durch die Wärme. Mohl erklärt die Bildung des rothen Farbſtoffs der Herbſtblätter nicht aus verändertem Chlorophyll, weil er in den rothen Blättern unveränderte Chlorophyllkörnchen wahrnahm. Indeſſen iſt nicht zu verkennen, daß beim Ausziehen der ganz rothen Herbſtblätter mit Aether faſt gar kein Chlorophyll, ſondern ſtatt deſſen eine rothe Auflöſung erhalten wird; es iſt aber bekannt, daß ein wenig Chlorophyll eine große Menge Aether grün färbt.

Decaisne †) hat eine Umwandlung des Chlorophylls im Krappfarbſtoff nachgewieſen, deſſen Farbe urſprünglich gelb iſt und durch feuchten Sauerſtoff in Roth übergeht. Es iſt alſo wahrſcheinlich, daß viele Farbſtoffe der Pflanzen aus dem C Chlorophyll entſtehen, oder wenigſtens aus denſelben Stoffen, woraus ſich das C Chlorophyll bildet.

Die Entſtehungsweiſe des B Chlorophylls haben ſich die Pflanzenphyſiologen auf ſehr verſchiedene Weiſe vorgeſtellt. Viele haben ſie für grünes Amylum, Andere für grüne Bläschen gehalten, Andere für farbloſe mit einer grünen Flüſſigkeit gefüllte Bläschen, welche nach Einigen an den Wänden der Zellen haften, nach Andern in dem Pflanzenſafte ebenſo wie die Blutkörperchen in dem Blute ſich bewegen.

---

*) Diss. Unterſuchungen über die winterliche Färbung der Blätter. 1837.

†) Recherches Anatomiques et Physiologiques sur la Garance. 1837.

Hugo Mohl verdanken wir, wie mir ſcheint, die genaueſten Beobachtungen *).

Nach Mohl iſt der Pflanzenſaft nicht grün, ſondern immer farblos oder roth. Erſcheint er unter dem Mikroſkop grün, ſo rührt dies daher, daß ein wenig Chlorophyll das grüne Licht durch die Stoffe hin zurückwirft, welche unter demſelben betrachtet werden. In dieſem Safte kommt das Chlorophyll als eine grüne Gallerte vor, bald in einer beſtimmten Form, bald formlos, körnig, oft die inneren Zellenwände bedeckend.

In den Conferven findet man beſonders das formloſe Chlorophyll, in den Phanerogamen das formloſe mit dem körnigen in derſelben Zelle vermengt; oder das formloſe bildet ein Anhängſel von dem körnigen, oder endlich ſind die Chlorophyllkörnchen in einer gallertartigen Chlorophyllmaſſe vertheilt. Die Quantität der letzteren iſt oft ſo gering, daß ſie nur als eine das Körnchen umgebende Wolke erſcheint, oder die Geſtalt von daran haftenden Faſern beſitzt. Dieſe findet man beſonders in den ſogenannten Fettpflanzen.

Beſteht es aus Körnchen, ſo haften dieſe loſe an der Zellenwand, mitunter bewegen ſie ſich alle, oder wenigſtens manche frei in dem Zellenſaft. Vermöge dieſer Chlorophyllkörnchen hat man in Valisneria spiralis und Stratiotes aloides die Bewegung der Flüſſigkeit in den Zellen wahrgenommen. Endlich findet man oft einige Chlorophyllkörnchen mitten in der Zelle zu einer dritten Maſſe vereinigt.

Mohl unterſcheidet Chlorophyllkörnchen und Körnchen, welche in dem Chlorophyll liegen. Letztere ſind Kügelchen ohne Hülle, regelmäßig oder unregelmäßig in dem formloſen gallertartigen Chlorophyll vertheilt. Dies findet man beſonders deutlich in den Conferven. Jene Körnchen ſind weiß und beſtehen aus nichts Anderem, als Amylum.

---

*) Annales des Sc. Nat. Bot, Tome 9, p. 150.

Die eigentlichen Chlorophyllkörnchen werden vom Alkohol nicht aufgelöſt, ſondern nur der äußeren grünen Schicht beraubt, wodurch ſich die Flüſſigkeit grün färbt. Dieſe äußere Hülle beſteht aus farbloſem Wachs und C Blattgrün. Daß die eigentlichen Körnchen nicht aufgelöſt werden, iſt ſchon von vielen Pflanzenphyſiologen beobachtet. Dies Verhältniß zeigt uns aufs Deutlichſte den Urſprung der grünen Hülle an, ſo wie den innigen Zuſammenhang zwiſchen den ſo eben genannten farbloſen Körnchen in dem formloſen Chlorophyll, der grünen Hülle der Körnchen und dem Kern der grünen Kernchen ſelbſt, welcher nach Behandlung mit Alkohol farblos zurückbleibt. Dieſer Kern iſt nämlich ein Amylumkörnchen, und die grüne Hülle, welche im phyſiologiſchen Sinne Chlorophyll heißen muß, aber aus zwei Körpern beſteht, nämlich aus dem reinen C Blattgrün und aus Wachs, lagert ſich als eine gallertartige Maſſe um den Amylumkern. Mohl hat dies in vielen Pflanzen ſo gefunden und glaubt als allgemeine Regel feſtſtellen zu können, daß das körnige Chlorophyll ſtets ein Amylumkörnchen zum Kern hat. Oft enthält ein Chlorophyllkörnchen zwei Amylumkörnchen, zuweilen noch mehrere. Der Kern von Amylum iſt hinſichtlich der Größe verſchieden und ſteht zu der grünen Hülle im umgekehrten Verhältniß; oft fehlt er ganz, und dann beſteht das ganze Körnchen aus bloßem Chlorophyll, eine Thatſache, die offenbar eine Metamorphoſe des Amylums in B Chlorophyll ausweiſt.

Aus dieſer Entdeckung, welche für die Erklärung der Sauerſtoff-Ausſcheidung durch die Pflanzen von großem Gewicht iſt, läßt ſich die bereits früher beobachtete Verſchiedenheit in der Form der Chlorophyllkörnchen leicht erklären. Wird ein einfaches Amylumkörnchen von ſeiner Oberfläche aus in B Chlorophyll, d. h. in Wachs und C Blattgrün, welches als eine gallertartige Hülle erſcheint, verändert, ſo bleibt das Körnchen rund. Vereinigt ſich die grüne Hülle eines ein-

fachen Körnches mit dem zunächſt liegenden, ſo hat ein Chlorophyllkörnchen zwei Amylumkerne, welche allmählig verſchwinden. Die Form eines ſolchen Körnchens iſt ellipſoidiſch. Aus vier Amylumkörnchen entſteht ein Tetraeder u. ſ. w.; und endlich bildet ſich bei dem Uebergange von einer Gruppe Amylumkörnchen in B Chlorophyll das, was Mohl formloſes Chlorophyll genannt hat, worin nach Abſcheidung der grünen gallertartigen Hülle noch Spuren von übrig gebliebenen Amylumkörnchen enthalten ſein können.

Nach Mohl bildet ſich bald eine Schicht Chlorophyll aus dem Amylum des Kerns, bald ein Amylumkörnchen aus dem Chlorophyllkörnchen, je nachdem die Umſtände und namentlich der Einfluß des Lichtes verſchieden ſind. Er hält es für zweifellos, daß ſich in den Conferven und beſonders in Zygnema zuerſt ein Chlorophyllkörnchen und daraus ſpäter ein Amylumkörnchen entwickelt, weil in den jungen Theilen die Amylumkerne viel kleiner ſind, als in den älteren. Es ſcheint ſchwierig, dies mit der Natur der beiden Körper in Uebereinſtimmung zu bringen. Eine Veränderung des C Chlorophylls in eine fette Subſtanz oder in ein Harz läßt ſich denken, aber in Amylum iſt unwahrſcheinlich. Verſchwindet das C Chlorophyll, ſo wie es in Pflanzentheilen, welche dem Einfluſſe des Lichtes entzogen ſind, der Fall iſt, ſo muß es in etwas Anderes verwandelt werden, was farblos iſt. Dies wird das weiße Chlorophyll ſein, wovon oben die Rede war. In den ölhaltigen Säuren (p. 268) bildet ſich Fett aus Amylum. Daß umgekehrt eine fette Subſtanz, ſo wie in dem B Chlorophyll eingemengt vorkommt, ſich in Amylum verwandelt, iſt zu bezweifeln. Nichts deſto weniger kann die Beobachtung von Mohl vollkommen richtig ſein, und ich bezweifle auch nicht im Mindeſten, daß in den ältern Theilen von Zygnema die Amylumkerne der Chlorophyllkörnchen größer ſind als in den jüngeren; eine Vergrößerung derſelben, ungeachtet ihre äußere Schicht ſich

fortwährend in Chlorophyll verwandelt, iſt ſehr wohl denkbar, wenn die Umwandlung in Chlorophyll nicht ſo raſch von Statten geht, als der Amylumkern reproducirt wird.

Daß die Entwickelung von Chlorophyll aus Amylum unter dem Einfluſſe des Lichts geſchieht, iſt hinlänglich bekannt. Nur der Theil der amylumhaltigen Wurzeln, welcher dem Licht ausgeſetzt iſt, wird grün. In den grünenden Pflanzentheilen trifft man ohne Ausnahme Amylum an, und es verſchwindet mit der Veränderung jener Farbe im Herbſte, ſo daß Jod keine Spur mehr davon anzeigt. Das in den Pflanzen ſo allgemein verbreitete Amylum dient alſo nach den mitgetheilten Beobachtungen, um unter dem Einfluſſe des Lichtes B Chlorophyll zu bilden, eine gemengte Subſtanz, welche hauptſächlich Wachs enthält *).

Was früher p. 270 von der Veränderung des Amylums in Fette geſagt iſt, gilt auch in demſelben Maaße von der Verwandlung des Amylums in einen der Beſtandtheile des Chlorophylls. In den Blättern oder andern Amylum haltenden Pflanzentheilen entſteht unter andern Wachs, welches einen Hauptbeſtandtheil der mit dem grünen Farbſtoff gemengten Stoffe ausmacht. Seine Zuſammenſetzung iſt (p. 281). †)

$$C_{15}\ H_{30}\ O.$$

Gehen wir von dieſer Formel aus, ſo müſſen, wenn es aus Amylum entſtehen ſoll, und zugleich kein anderer

---

*) Die von Raſpail ſchon im Jahre 1833 gemachte Beobachtung, daß in den Samenlappen von Acer plantanoides das Amylum mit einem grunen Faebſtoffe umgeben iſt, lehrt uns, daß das Chloeophyll auch außee dem Einfluſſe des Lichtes erzeugt werden kann. Nouveau Système de Chimie organique, p. 77. Der Embeyo in dem Samen von Citrus iſt geun.

†) Wachs aus Geas I. und von Seeingeblätteen II. hat bei dee Analyſe gegeben (Scheik. Onderz. Deel I., p. 157):

	I.	II.	At.	bee.
C	79,83	80,46	15	79,98
H	13,33	13,28	39	13,05
O	6,84	6,26	1	6,97

Körper gebildet wird, 5 Aeq. Amylum und 56 Aeq. Sauerſtoff 4 Aeq. Wachs geben

$$5 \times C_{12}H_{20}O_{10} + 10 \text{ aq.}$$
$$C_{60}H_{120}O_{60}$$
$$C_{60}H_{120}O_4$$
$$O_{56}$$

In den meiſten Blättern kommt nur eine höchſt unbedeutende Quantität des grünen Farbſtoffs vor; die Hauptmaſſe macht eine fette Subſtanz aus, welche man durch Aether auszieht. In vier ganz verſchiedenen Arten von Blättern, aus Syringen-, Wein-, Pappelblättern und aus Gras, habe ich keine andere, als die genannte Wachsart gefunden; alle vier ſtimmen in ihren Eigenſchaften und ihrer Zuſammenſetzung überein und ſind nur mit einer ſehr geringen Quantität von C Blattgrün gemengt. Bei der Erzeugung des Wachſes aus Amylum muß alſo eine große Menge Sauerſtoff frei werden, und damit iſt dann die ſo wichtige Erſcheinung erklärt, nicht, daß die grünen Pflanzentheile Sauerſtoff entwickeln, ſondern daß die grün werdenden Pflanzentheile Sauerſtoff abgeben; die Bildung der Fette ſcheint mit der des grünen Farbſtoffs gleichen Schritt zu gehen. Hieraus iſt denn, meiner Meinung nach, zugleich die Funktion des Amylums in den Blättern erklärt.

Levy *) glaubt durch Kalk und Kali in höherer Temperatur das Wachs in Stearinſäure unter Entwickelung von Waſſerſtoff verwandelt zu haben; Gerhard berechnet die Zuſammenſetzung dieſer Körper wie folgt:

	C	H	O
Stearinſäure	19	38	2
Wachs	19	38	1

Da übrigens obige nicht die Formel der Stearinſäure iſt, ſo

*) Erdmann's und Marchand's Journal, 1843, Nr. 17, S. 13.

erfordert jener Proceß eine fernere Erklärung. Ich habe mich überzeugt, daß die Angabe von Levy unrichtig iſt *).

Daß das aus Amylum gebildete Wachs in den Pflanzen unter oxydirenden Einflüſſen in andere Fette übergehen kann, iſt wahrſcheinlich; daß übrigens das Wachs, welches durch eine ſchwache alkaliſche Lauge nicht verſeifbar iſt, und alſo nicht in das Blut der Thiere gelangt, ſondern in den Eingeweiden bleibt, jene Veränderung in dem thieriſchen Körper nicht erleidet, iſt faſt für eben ſo ausgemacht zu halten (p. 265).

Aus dem Obigen mag man alſo folgern, daß das Amylum, wenn es in den Blättern in Wachs verwandelt wird, eine Hauptquelle des von den Pflanzen entwickelten Sauerſtoffs iſt.

Die Frage bedarf noch einer Erörterung, warum allein die grün oder grüner werdenden Pflanzentheile Sauerſtoff entwickeln.

Genau genommen hat der grüne Farbſtoff der Blätter Nichts damit gemein; im Gegentheil wird das farbloſe C Chlorophyll, welches überall vorhanden zu ſein ſcheint, nur unter Aufnahme von Sauerſtoff grün. Es geht alſo hierbei etwas von dem bei der Wachsbildung aus dem Amylum entbundenen Sauerſtoff verloren, inſofern er nicht unmittelbar in die Atmoſphäre gelangt.

Aber gerade darum wird C Chlorophyll bei der Sauerſtoffausſcheidung nicht gebildet, ſondern es geht nur die weiße Verbindung in die grüne über. Dies kann allein an den Stellen geſchehen, wo Sauerſtoff im Ueberfluß vorhanden iſt, mit anderen Worten da, wo aus Amylum Wachs erzeugt wird.

Wir mögen es deshalb für ausgemacht halten, daß das überall in den Pflanzen vorhandene C Chlorophyll in dem-

*) Siehe Scheik. Onderz. Deel II.

ſelben Maaße grün wird, als ſich Amylum in Wachs verwandelt; denn in demſelben Maaße hat es Gelegenheit, Sauerſtoff aufzunehmen und ſich wie weißer Indigo zu oxydiren.

Daß aber das reine weiße C Chlorophyll nicht aus bloßem Amylum entſteht, folgt aus der wahrſcheinlichen Zuſammenſetzung des grünen $C_{18}H_{18}N_2O_8$ mit ziemlicher Gewißheit. Es muß noch ein ſtickſtoffhaltiger Körper hinzutreten, oder vielmehr bei der Umſetzung des Amylums in Wachs muß gleichzeitig eine ſtickſtoffhaltige Verbindung in aufgelöſtem Zuſtande in das Amylumkörnchen eindringen, welches bei der Wachsbildung zugleich zu $C_{18}H_{18}N_2O_8$ umgeſetzt wird.

Welche Verbindung dies ſein mag, iſt gegenwärtig noch ganz unbekannt. Uebrigens muß es eine eben ſo wie das Amylum in den Pflanzen allgemein verbreitete Subſtanz ſein, wahrſcheinlich Protein, ein Körper, welcher ſich unter dem Einfluß von Salzſäure in Sauerſtoff und eine ausgezeichnet ſchöne violette Subſtanz zerſetzt.

Protein.

Sowohl in den Pflanzen, als in den Thieren kommt ein Stoff vor, welcher von den erſteren bereitet und letzteren in den Nahrungsmitteln mitgetheilt wird und in beiden eine wichtige Rolle ſpielt. Er iſt eine von den ſehr compleren Verbindungen, welche unter vielerlei Verhältniſſen ſehr leicht ihre Zuſammenſetzung ändern, und dient beſonders in dem thieriſchen Organismus zur Unterhaltung des chemiſchen Stoffwechſels, ohne welchen man ſich jenen nicht wohl denken kann; er iſt ohne Zweifel der wichtigſte aller bekannten Körper des organiſchen Reichs, und ohne ihn kann, wie es ſcheint, Leben auf unſerem Planeten nicht beſtehen.

Er wird in allerlei Pflanzentheilen, in den Wurzeln, Stengeln, Blättern, Früchten und Säften, und ebenfalls in

ſehr ungleichartigen Theilen des Thierkörpers angetroffen. In den Pflanzen kommt er in drei verſchiedenen Formen vor, als eine in Waſſer auflösliche oder unauflösliche, und in Alkohol auflösliche Subſtanz; in den Thieren tritt er in vielerlei verſchiedenen Geſtalten auf, und iſt im Waſſer bald löslich, bald unlöslich, und beſitzt in dem letztern Falle verſchiedene Struktur. Er geht mit Schwefel und Phosphor oder auch mit beiden Verbindungen ein und zeigt ſich eben dadurch im Aeußern und ſeiner phyſiſchen Beſchaffenheit nach ſo ſehr verſchieden. Dieſen Stoff hat man Protein genannt, da er ſehr ungleichartige Körper erzeugt und alſo als eine primäre Verbindung angeſehen werden kann.

Man erhält das Protein in Form von Flocken, wenn man gekochtes Eiweiß in verdünntem Alkali auflöſt, und letzteres durch eine Säure neutraliſirt. Eben ſo ſtellt man es aus Getreidemehl dar, indem man es durch Auskneten unter Waſſer vom Amylum befreit, in verdünnter Lauge auflöſt und durch eine Säure fällt.

Es bildet in dem thieriſchen Körper den Hauptbeſtandtheil des Blutes, der Muskeln und vieler anderen Theile und veranlaßt die Erzeugung einer großen Menge neuer Produkte.

Es findet ſich in allen Pflanzenſäften ohne Unterſchied, ſogar ſchon in den jungen Theilen der Wurzeln, und gehört alſo mit der Celluloſe zu den Subſtanzen, welche aus den Nahrungsſtoffen der Pflanzen unmittelbar bereitet werden. Ob dieſe Subſtanz noch anderswo in der Pflanze erzeugt wird, iſt nicht erwieſen; aber da die jungen Würzelchen außer Celluloſe Proteinverbindungen enthalten, ſo iſt denkbar, daß ſie von hier aus durch die ganze Pflanze fortgeführt wird. Dazu iſt eine Eigenſchaft derſelben ſehr förderlich, nämlich in Waſſer leicht löslich zu ſein. Aber ſie kann auch eine feſte unlösliche Form annehmen und, in dieſer Geſtalt in den Pflanzenzellen niedergelegt, dieſelben anfüllen, und gehört

alsdann zu den feſten Beſtandtheilen des Pflanzenkörpers. So findet ſie ſich in vielen Samen, deren Hauptmaſſe ſie ſogar zuweilen ausmacht. Das daſelbſt abgeſonderte Protein iſt wahrſcheinlich anderswo in den Spitzen der Wurzeln erzeugt, und urſprünglich in aufgelöſtem Zuſtande in den Pflanzenſäften vorhanden geweſen.

Jene Ausſcheidung von feſtem Protein in gewiſſen Zellengruppen der Pflanzen kann durch einen einfachen chemiſchen Proceß geſchehen, nämlich durch die Gegenwart von Säuren, welche bekanntlich die Fähigkeit beſitzen, es aus dem auflöslichen Zuſtande in den unauflöslichen überzuführen. Anderſeits wird das unauflösliche Protein von Alkalien wieder gelöſt, und, einmal in feſter Form irgendwo in den Zellen abgeſondert, kann es durch Hinzukommen einer alkaliſchen Flüſſigkeit in aufgelöſtem Zuſtande weiter fortgeführt werden.

Mauche Pflanzenſäfte ſind durch ihren großen Gehalt an Proteinverbindungen milchweiß, alle zeigen aus dieſem Grunde beim Erwärmen eine Trübung. In Verbindung mit fetten Oelen und Waſſer bilden ſie Emulſionen. Sie enthalten Schwefel und Phosphor, Baſen und Salze, und gehören wegen der Leichtigkeit, womit ſie Metamorphoſen in anderen Verbindungen erzeugen und unterhalten können, zu den wichtigſten Beſtandtheilen des Pflanzenreichs.

Die Pflanzen bereiten das Protein, die Thiere erhalten es von ihnen durch ihre Nahrungsmittel. Ob ſie es auch ſelbſt erzeugen, iſt nicht ausgemacht; um darüber entſcheiden zu können, müſſen erſt direkte Verſuche angeſtellt werden. Aber es iſt kein Zweifel, daß die Proteinverbindungen, welche den Hauptbeſtandtheil des thieriſchen Körpers ausmachen, ganz oder zum größten Theil aus dem Pflanzenreiche ſtammen und aus den Pflanzennahruugsſtoffen unmittelbar aſſimilirt werden.

Ein unbefangener Beobachter kann nicht verkennen, daß das Protein in den Pflanzen präexiſtirt und nicht erſt durch

das verdünnte Alkali, welches zu ſeiner Abſcheidung dient, erzeugt wird. Die Verbindungen des Proteins, welche in den Pflanzen vorkommen, ſtimmen in ihren Eigenſchaften vollkommen mit denen des Proteins ſelbſt überein, wenn man die Eigenſchaften ausnimmt, welche den mit dem Protein in den Pflanzen verbundenen Stoffen zukommen. Pflanzeneiweiß z. B., eine Proteinverbindung von Schwefel und Phosphor, hat alle Eigenſchaften mit dem Protein gemein, diejenigen ausgenommen, welche dem Schwefel und Phosphor angehören. Nimmt man hinzu, daß nach Abzug von Schwefel und Phosphor Protein und Eiweiß gleiche procentiſche Zuſammenſetzung haben, ſo iſt an der Präexiſtenz des Proteins in den Pflanzen nicht zu zweifeln.

Die Formel des Proteins aus den vielfachen Verbindungen, welche es mit Säuren eingeht, und aus der Analyſe des Proteins ſelbſt abgeleitet, iſt: $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}$ *).

In den Pflanzen kommen Proteinverbindungen mit Schwefel und Phosphor vor; aber wie ſie zuſammengeſetzt ſind, iſt

---

*) Dieſe Formel habe ich im Jahre 1838 aus vielen Analyſen abgeleitet. — Protein aus Fibrin von Ochſenblut und Eiweiß haben mir gegeben (Bulletin 1838. p. 110):

			At.	ber.
C	55,44	53,30	40	55,29
H	6,95	8,94	62	7,00
N	16,05	16,02	10	16,01
O	21,56	21,74	12	21,70

Zu gleicher Zeit habe ich aus Protein aus Weizen gefunden (Bulletin 1838, p. 111):

C	54,99
H	6,87
N	15,66
C	22,48

Es war hierdurch bewieſen, daß die Pflanzen das Protein ganz oder größtentheils für die Thiere bereiten, und daß alſo thieriſches Eiweiß, thieriſches Fibrin u. dergl. durch eine kleine Menge Schwefel und Phosphor vom Protein verſchiedene Verbindungen außer dieſen Beimengungen aus dem Pflanzenreich herrühren müſſen.

Das Atomgewicht des Proteins zu beſtimmen, habe ich viele vergebliche Verſuche gemacht; endlich iſt es mir durch Schwefelſäure, chlorige Säure und Eiſenſäure gelungen (Bulletin 1838, p. 119. 1839, p. 16. Scheik. Onderz. Deel I, p. 62).

noch unbekannt. Man nannte ſie früher auflösliches Eiweiß, coagulirtes Eiweiß, Legumin und Pflanzenleim; die drei erſten Namen hat Liebig in Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencaſein umgeändert. Dieſe neuen Bezeichnungen verdienen nur dann einen Vorzug, wenn jene Stoffe wirklich mit dem thieriſchen Albumin, Fibrin und Caſein identiſch ſind. Die Identität

---

Proteinſchwefelſäure:

	gef.	At.	ber.
C	50,94	40	50,70
H	6,93	62	6,41
N	15,08	10	14,68
O	18,74	12	19,90
SO_3	8,34	1	8,31.

Proteinſchwefelſaures Silberoxyd:

	gef.	At.	ber.
C	41,96	40	40,86
H	5,27	62	5,17
N		10	11,84
O		12	16,04
SO_3	6,33	1	6,70
AgO	19,72	1	19,39

Die Analyſen zweier andern proteinſchwefelſauren Salze von Schröder findet man in den Scheik. Onderz., Deel I, p. 65.

Proteingerbſäure:

	gef.		At.	ber.
C	55,15	54,28	58	54,78
H	5,56	5,75	76	5,86
N	10,63		10	10,94
O	28,66		23	28,42

$$= C_{40} H_{62} N_{10} O_{12} + C_{18} H_{10} O_9 + 2aq.$$

Proteinchlorige Säure:

	aus dem Eiweiß des Hühnereies		aus Fibrin	aus Caſein	At.	ber.
C	48,54	48,89	48,70	49,17	40	48,76
H	6,15	6,28	6,06	6,39	62	6,16
N	14,08	14,13			10	14,11
O	19,53	19,62			12	19,13
$Cl_2 O_3$	11,70	11,17	11,36	12,27	1	11,84

Hiernach halte ich, bis die Unrichtigkeit jener Verſuche bewieſen iſt, die Formel des Proteins $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}$ für unumſtößlich. Noch muß ich bemerken, daß allen in dieſem Werke vorkommenden Berechnungen die Zahl 76,437 als das Atomgewicht des Kohlenſtoffs zu Grunde gelegt iſt. Die Zahl 75 dafür angenommen, wurde das Protein anſtatt 62 At. Waſſerſtoff nur 60 At. enthalten.

Alle Bemühungen, das Protein mit Baſen zu verbinden und daraus das Atomgewicht zu beſtimmen, ſind fruchtlos geweſen (ſiehe Bulletin, 1838, p. 112).

iſt indeſſen noch nicht bewieſen. Die geringe Menge Schwefel und Phosphor, wodurch letztere ſich unter einander und von reinem Protein unterſcheiden, beſtimmen ihren Charakter. Da dieſer Schwefel- und Phosphorgehalt für die Proteinverbindungen der Pflanzen noch unbekannt iſt, ſo kann man jene Namen für dieſelben in Anwendung bringen. Außerdem ſind coagulirtes Eiweiß und Legumin in der Form und dem Vorkommen ſo ſehr von dem thieriſchen Fibrin und Caſein verſchieden, daß ſie nicht mit einem ähnlichen Namen bezeichnet werden dürfen. Wir nennen daher ſo lange, bis die Identität derſelben bewieſen iſt,

Legumin die Subſtanz, welche aus zerkleinerten Erbſen und Bohnen mit warmem Waſſer ausgezogen, filtrirt und durch eine Säure in weißen Flocken niedergeſchlagen wird. (Braconnot);

Pflanzeneiweiß die Subſtanz, welche im Waſſer löslich iſt, beim Erhitzen oder durch Alkohol und Säuren aus den Pflanzenſäften gefällt, in verdünnten Alkalien aufgelöſt und durch Säuren wieder niedergeſchlagen wird, und bei der Analyſe mit Vernachläſſigung des Schwefel- und Phosphorgehaltes ſich als Protein ausweiſt;

Coagulirtes Eiweiß die im Waſſer unlösliche Protein-Schwefel-Phosphorverbindung der Samen, z. B. der Cerealien, Mandeln u. ſ. w.;

Pflanzenleim die Subſtanz, welche aus dem Gluten von Beccaria durch Alkohol ausgezogen wird *). Die Formel des Pflanzenleims aus Weizen iſt:

$$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12})\ S_2$$

So wie früher bewieſen war, daß der Hauptbeſtandtheil des thieriſchen Körpers durch die Pflanzen erzeugt und vorbereitet wird, und daß das Thier-Fibrin, Albumin und Ca-

*) Die verſchiedenen Getreidearten enthalten verſchiedene Mengen der genann-

ſein ſich nur durch kleine Mengen Schwefel und Phosphor unterſcheiden, und bei der Behandlung mit Alkalien daſſelbe Protein wie coagulirtes Eiweiß geben; ſo hat Liebig ſpäter in Betreff des Kohlenſtoff- und Stickſtoffgehaltes einen ähnlichen Zuſammenhang zwiſchen Pflanzeneiweiß, coagulirtem Pflanzeneiweiß, Legumin und Pflanzenleim durch die Elementaranalyſe nachgewieſen. Die Analyſe hat alſo beſtätigt, daß alle jene Stoffe Proteinverbindungen ſind *). Aber noch viel fehlt an einer genauen Kenntniß dieſer vier Pflanzenſtoffe!

In jedem Falle enthalten ſie Proteinverbindungen, deren Protein unverändert in den thieriſchen Körper übergeht, ſo

---

ten Stoffe. Ich laſſe eine kurze Angabe des Amylum-, Eiweiß- und Pflanzenleim-Gehaltes derſelben folgen:

	Amylum	Eiweiß und Pflanzenleim.
Winteeweizen	77	19
Sommerweizen	70	24
Gerſte	79	6
Roggen	61	5
Hafee	59	6
Carolina-Reis	85	3,6
Erbſen	33	17,6

*) Die eben erwähnten (p. 303) Verſuche hatten ergeben, daß im coagulirten Eiweiß Protein vorkommt. Liebig hat ſpäter (Annalen der Chemie und Pharmacie, 1841, Bd. 39, p. 129 und Bd. 40, p. 65) die von den eiweißartigen Beſtandtheilen der Pflanzen von Jones ausgeführten Analyſen, wobei der geringe Gehalt an Schwefel und Phosphor zuvor nicht abgeſchieden wae, mitgetheilt:

Coagulirtes Pflanzeneiweiß:

C	53,93
H	7,02
N	15,58
O	23,56

Pflanzeneiweiß:

C	54,74
H	7,77 ?
N	15,85
O	21,64

Pflanzenleim:

C	35,22
H	7,42 (?)
N	19,98
O	21,38

Der Schwefel- und Phosphorgehall iſt hierbei nicht beſtimmt.

daß die Veränderungen jener Stoffe während der Verdauung nur in dem Auflöſen des unlöslichen Eiweißes und Pflanzen-

---

Legumin aus einem wäſſerigen Aufguß von Bohnen durch Schwefelſäure gefällt, und der Niederſchlag mit Aether ausgezogen:

C	55,05
H	7,59 (?)
N	15,89
O	21,47

Später haben Dumas und Cahours (Annales de Chimie et de Phys., Tom. 6, 1842, p. 409) jene Analyſen wiederholt. Sie erhielten für Pflanzeneiweiß, Pflanzenleim (Gluten) dieſelben Reſultate, wie Jones, aber nicht für Legumin (ſiehe p. 409, 419 und 423).

Legumin aus Bohnen gab ihnen:

C	50,53	50,46
H	6,91	6,65
N	18,15	18,19
O	24,41	24,70

Gepreßte Mandeln, mit kaltem Waſſer ausgezogen, gaben eine Löſung, woraus Säuren eine große Menge einer ähnlichen Subſtanz fällen. Dumas und Cahours fanden ſie ſo zuſammengeſetzt (p. 427):

C	50,94	50,93
H	6,72	6,70
N	18,93	18,77
O	23,41	23,60

Dieſe Verbindung iſt alſo mit Legumin identiſch; man erhält ſie gleichfalls aus Pflaumen und Apricoſen. Durch Lab wird ſie coagulirt, behält aber ihre Zuſammenſetzung unverändert bei.

Wenn jene Analyſen von Dumas und Cahours richtig ſind, gehört das Legumin nicht, wie die Verſuche von Jones zu beweiſen ſcheinen, in die Reihe der Proteinverbindungen, ſondern iſt der Gallerte näher verwandt (ſiehe weiter unten); aber für dieſen Fall iſt eben nicht viel auf die Genauigkeit von Dumas und Cahours zu geben (Scheik. Onderz. Deel I, p. 553).

Später hat Rochleder Protein aus Legumin unterſucht (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 46, p. 102), und iſt zu Reſultaten gelangt, die ſich von allen früheren, welche Jones, Dumas und Cahours erhielten, unterſcheiden:

C	54,49
H	7,40
N	14,78
O+S	23,33

Nach Rochleder ſind Legumin und Caſein ſehr nahe verwandt und unterſcheiden ſich nur durch die Reaktion mit Eſſigſäure. Seine Analoſen ſind übrigens mit aus Legumin dargeſtelltem Protein und nicht dem Legumin ſelbſt angeſtellt. Rochleder hat nämlich Legumin in concentrirtem Kali aufgelöſt, filtrirt und mit Eſſigſäure gefällt. Es kann alſo kein Legumin mehr ſein, ſondern ſchwefelfreies Protein, verunreinigt durch eine Subſtanz, welche den Stickſtoff- und den Kohlenſtoffgehalt um faſt ein Procent erniedrigt. Die Zuſammenſetzung des Legumins iſt alſo unbekannt.

Nach Rochleder ſoll Legumin eine gewiſſe Menge einer in Kali und Ammoniak unauflöslichen Materie, außerdem Schwefel enthalten. Letz-

leims und in der Veränderung des Schwefel- und Phosphorgehalts beſtehen, welcher in den Proteinverbindungen des Pflanzenreichs wahrſcheinlich ein anderer iſt, als in dem thieriſchen Körper. Vom Pflanzenleim iſt dies bewieſen.

Es wird nicht überflüſſig ſein, bei den Eigenſchaften der genannten Proteinverbindungen der Pflanzen ein wenig zu verweilen.

Pflanzenleim und coagulirtes Pflanzeneiweiß werden dargeſtellt, indem man z. B. Weizenmehl unter Waſſer ausknetet, und nachdem das Amylum hinlänglich entfernt iſt, den Rückſtand mit Alkohol auszieht. Was ungelöſt bleibt, iſt ſogenanntes coagulirtes Pflanzeneiweiß; es iſt noch amylumhaltig und kann durch Kochen mit Waſſer davon befreit werden. Ferner enthält es Celluloſe. Unterwirft man die ſo dargeſtellte Verbindung der Elementaranalyſe, ſo erhält man Reſultate von einem Gemenge von Pflanzenalbumin mit Celluloſe. Jones (ſ. die Note p. 306) hat deshalb zu wenig Kohlenſtoff bei ſeiner Analyſe erhalten.

Es bleibt uns kein anderes Mittel übrig, um Celluloſe und Pflanzeneiweiß aus jenem Gemenge abzuſcheiden, als das Eiweiß in Protein zu verwandeln, d. h. den im Eiweiß vorkommenden Schwefel und Phosphor zu entfernen, und alſo aus ſeiner Verbindung mit Protein abzuſcheiden. Dies geſchieht durch Kali; eine verdünnte Kalilauge löſt aus jenem Gemenge das Protein auf, oxydirt den Phosphor, bildet mit

---

teres iſt übrigens für Legumin aus Mandeln und Erbſen nicht richtig; es iſt kein feiner Schwefel darin vorhanden.

Dieſer Gegenſtand bedarf alſo einer ferneren Unterſuchung.

Pflanzenleim aus Gerſte, erhalten durch wiederholtes Auflöſen in heißem Alkohol, bei deſſen Erkalten er ſich wieder abſetzt, und mit Aether ausgezogen, hat gegeben (Scheik. Onderz. Deel II):

	I.	II.	At.	ber.
C	54,93	54,75	400	54,89
H	7,11	6,99	620	6,94
N	15,71	15,71	100	15,90
O	21,68	21,93	120	21,55
S	0,57	0,62	2	0,72

dem Schwefel Schwefelkalium und läßt die Celluloſe ungelöſt zurück. Verſetzt man die klare Auflöſung mit einer verdünnten Säure, ſo fällt Protein nieder.

Es iſt keine Methode bekannt, das reine coagulirte Pflanzeneiweiß darzuſtellen. In allen Samen, worin es vorkommt, iſt es mit Celluloſe vereinigt, welches davon durch kein Auflöſungsmittel ſo getrennt werden kann, daß reines Pflanzeneiweiß zurückbleibt, und löſt man Pflanzeneiweiß mit Zurücklaſſung der Celluloſe auf, ſo iſt es in Protein verwandelt; wenigſtens wenn man dazu ein Alkali anwendet. Uebrigens iſt Eſſigſäure ein gutes Auflöſungsmittel für Eiweiß.

Reines ſogenanntes coagulirtes Pflanzeneiweiß kennen wir alſo noch nicht; wir wiſſen nicht, wie groß darin die mit Protein verbundene Schwefel- und Phosphormenge iſt.

Die Eigenſchaften der durch Kali aufgelöſten Subſtanz ſind denen des thieriſchen Proteins, welches man durch Behandlung von Käſeſtoff, Fibrin und Eiweiß der Eier oder des Blutſerums mit verdünntem Kali erhält, vollkommen gleich. Mineralſäuren ſchlagen aus dieſer Auflöſung Protein nieder und entwickeln ein wenig Schwefelwaſſerſtoffgas.

Die Eigenſchaft, von Kali und Eſſigſäure aufgelöſt zu werden, haben alle Proteinverbindungen mit der Subſtanz, welche wir coagulirtes Pflanzeneiweiß nennen, gemein. Man findet jene Verbindungen in dem Lehrbuche von Berzelius in dem Artikel über Pflanzeneiweiß, Pflanzenleim, thieriſches Eiweiß, Fibrin, Caſein ꝛc. genau beſchrieben.

Den in Alkohol auflöslichen Beſtandtheil der Stoffe, die nach dem Auskneten von Weizenmehl im Waſſer zurückbleiben, hat man Pflanzenleim genannt. Er ſchlägt ſich beim Erkalten der mit Waſſer vermiſchten und eingedampften alkoholiſchen Löſung in Geſtalt weißer Flocken nieder, während ein anderer Theil, mit Gummi verbunden, in dem ſchwachen Alkohol, ſelbſt wenn er mit viel Waſſer verdünnt war, aufgelöſt bleibt. Er iſt feucht ſehr zuſammenhängend, klebrig und

elaſtiſch; getrocknet bildet er eine halb durchſcheinende, ſehr harte, ſchwer zu pulveriſirende, in Waſſer unauflösliche Maſſe, welche wiederum alle Eigenſchaften mit den Schwefel-Proteinverbindungen theilt.

Wahrſcheinlich iſt jene Subſtanz kein reiner chemiſcher Körper; wenigſtens löſet Eſſigſäure den erhaltenen Pflanzenleim zwar größtentheils, aber nicht vollkommen auf, ſondern es bleibt eine geringe Quantität einer unauflöslichen Materie zurück, welche die Flüſſigkeit trübt und durch Filtration nicht getrennt werden kann.

Unſere Kenntniß der wahren Natur des Pflanzenleims iſt daher noch ſehr beſchränkt, obſchon wir wiſſen, daß er eine Schwefel-Proteinverbindung iſt.

Pflanzeneiweiß iſt mit ähnlichen Eigenſchaften begabt wie das thieriſche Eiweiß in dem Blutwaſſer, in den Eiern und vielen anderen Körpern. Aus friſchem Pflanzenſaft erhält man es durch Erwärmen coagulirt. In dieſer Geſtalt wird es vorzugsweiſe in den Pflanzen bereitet; und ohne Zweifel entſtehen daraus die anderen Proteinverbindungen, z. B. das coagulirte Pflanzeneiweiß.

Das aus den Pflanzenſäften durch Erwärmen coagulirte Eiweiß enthält noch Chlorophyll und andere Stoffe.

Aus Weizenmehl läßt es ſich rein erhalten, wenn man das Waſſer, womit das Mehl ausgeknetet war und woraus ſich das Amylum abgeſetzt hat, erwärmt. Es coagulirt dann das Eiweiß und iſt, mit Waſſer und Alkohol ausgekocht, vollkommen rein. Seine Zuſammenſetzung, Schwefel und Phosphor, welche nicht beſtimmt ſind, abgerechnet, iſt der des thieriſchen Eiweißes ganz gleich *).

*) Adriani in Scheik. Onderz., Deel I, p. 56.

C	54,78
H	7,34
N	16,01
O	21,87

Das Legumin iſt eine dem Gluten nahe verwandte Subſtanz, welche man beſonders aus Erbſen und Bohnen durch Aufweichen derſelben in Waſſer erhält. Er löſt ſich dabei auf und kann durch eine Säure nicht niedergeſchlagen werden. Die Flüſſigkeit reagirt ſauer; davon getrennt, iſt es in Waſſer unlöslich. In Ammoniak gelöſt, daraus durch eine Säure gefällt und darauf mit Alkohol ausgezogen, iſt es rein und zwar eine Proteinverbindung, aber welche — iſt unbeſtimmt.

In den Mandeln findet man eine dem Legumin ähnliche Subſtanz: aber auf dieſelbe Weiſe dargeſtellt, hat ſie bei der Analyſe immer abweichende Reſultate gegeben. In den Mandeln iſt außerdem Synoptas enthalten, welches eine von den Proteinverbindungen abweichende Zuſammenſetzung hat *).

Aus der obigen kurzen Aufzählung der bis jetzt bekannten Proteinverbindungen der Pflanzen folgt, daß zwei derſelben vorkommen, welche in kaltem Waſſer auflöslich ſind: Eiweiß und Legumin; erſteres wird durch Erhitzen der Auflöſung coagulirt, letzteres nicht; und daß zwei andere im Waſſer unauflöslich ſind: das ſogenannte coagulirte Eiweiß und der Pflanzenleim, welcher letztere ſich in Alkohol auflöſt.

Aehnliche Stoffe findet man auch in dem thieriſchen Körper, nur durch kleine Beimengungen und Verbindungen von einander verſchieden. Wie Legumin und Pflanzenleim ſich von Pflanzenalbumin unterſcheiden, ſo weichen auch Caſein und thieriſches Albumin von einander ab. Mehr als eine Annäherung in den Eigenſchaften und der Zuſammenſetzung beſteht unter jenen Stoffen nicht, und wir ſind über ihre Con-

*) Richardſon und Thomſon haben ein unreines Synoptas, Emulſin genannt, analyſirt und dafür gefunden:

C	49,023	48,555
H	7,708	7,677
N	18,910	18,742
O	24,277	25,026

Liebig Chim. Organ. p. 135.

ſtitution ſo lange im Unklaren, als wir die kleinen Beimengungen nicht kennen.

Die bekannten Proteinverbindungen des thieriſchen Körpers ſind hauptſächlich die folgenden:

Der Faſerſtoff des Blutes:

$$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S\ Ph.$$

Das Eiweiß des Blutſerums:

$$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S_2\ Ph.$$

Das Eiweiß der Hühnereier hat die Zuſammenſetzung des Fibrins.

Der Käſeſtoff aus der Milch der Kühe:

$$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S.$$

Die Subſtanz, welche den Hauptbeſtandtheil des Kryſtallkörpers im Auge ausmacht:

$$15\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S\ *).$$

Wir wiſſen außerdem, daß die Muskelfaſern aus einer Proteinverbindung beſtehen; daß ſolche in dem Gehirn, der

---

*) Die folgenden Analyſen ſind von mir im Jahre 1838 angeſtellt (Bulletin 1838, pag. 108):

	Fibrin aus Ochſenblut:	Albumin aus Eiern:	At.	ber.
C	54,56	54,48	400	54,90
H	6,90	7,01	620	6,95
N	15,72	15,70	100	15,89
O	22,13	22,00	120	21,55
Ph	0,33	0,43	1	0,35
S	0,36	0,38	1	0,36

	Albumin aus Blutwaſſer:	At.	ber.
C	54,84	400	54,70
H	7,09	620	6,92
N	15,83	100	15,84
O	21,23	120	21,47
Ph	0,33	1	0,35
S	0,68	2	0,72

Käſeſtoff aus Kuhmilch (Bulletin 1839, p. 9):

	gef.	At.	ber.
C	54,96	400	55,10
H	7,15	620	6,97
N	15,80	100	15,95
O	21,73	120	21,62
S	0,36	1	0,36

Leber, den Nieren und vielen andern Organen als Eiweiß vorkommen; daß eine Proteinverbindung in dem Blutwaſſer, eine ähnliche in den Hörnern, Nägeln, der Epidermis und den Haaren enthalten iſt; daß Auſtern faſt ganz aus Proteinverbindungen beſtehen; und daß Seide und die Herbſt-

---

Kryſtallin (Bulletin 1839, p. 195):

C	55,39
H	6,94
N	16,51
O	20,91
S	0,25

Es bildet eine Proteinſchwefelſäure, welche 8,63% Schwefelſäure enthält, und alſo wiederum 1 Aeq. SO_3 auf

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}.$$

Aus Auſtern iſt durch Auslaugen mit Waſſer und Alkohol, durch Auflöſen in Eſſigſäure und durch Fällen mit Ammoniak Protein dargeſtellt (Bulletin 1839, p. 14):

C	54,87
H	7,10
N	15,89
O	22,14

Eiweiß aus Seide, nachdem die gallertartige Subſtanz (Leim) abgeſchieden und der Rückſtand mit Waſſer ausgekocht war, beſteht aus (Natuur- en Scheik. Archief, Deel IV, p. 287):

C	54,01
H	7,27
N	15,46
O	23,26

Scheerer hat ſpäter viele dieſer Stoffe analyſirt; das Reſultat ſeiner Verſuche iſt genau daſſelbe. Die Verſuche von Dumas (Annales de Chim. et de Phys. Tom. VI, 1842, p. 385) übergehe ich, weil ſie nicht den Stempel der Genauigkeit tragen.

Das Eigelb, durch Aether von den Oelen befreit, hat Dumas und Cahours (l. c. p. 423) ein anderes Reſultat gegeben, als Jones (l. c. p. 68).

	Jones (C = 76,437):		Dumas und Cahours (C = 75):	
C	53,72	53,45	51,89	51,31
H	7,55	7,06	7,07	7,37
N	13,60	13,34	15,02	15,03
O	25,13	25,55	26,02	26,29.

In jedem Fall ſcheint unreines Eiweiß analyſirt zu ſein.

Bei jener Differenz, beſonders bei dem geringen Stickſtoffgehalt der Analyſen von Jones, war eine wiederholte Unterſuchung des Vitellins nothwendig. Von Baumhauer hat hart gekochte Eidotter mit Alkohol und Aether ausgezogen und bei 120° getrocknet. Die Analyſe gab

C	52,99	52,95
H	6,93	6,92.

Ein Theil der ſo behandelten Subſtanz wurde in Eſſigſäure gelöſt, die Flüſſigkeit klar abfiltrirt und mit kohlenſaurem Ammoniak gefällt; der

fäden gleichfalls eine ſolche enthalten; aber welche Verbindungen dies ſind, wiſſen wir eben ſo wenig, wie es vom Pflanzeneiweiß, Legumin und dem coagulirten Pflanzeneiweiß bekannt iſt. Die Wiſſenſchaft hat dieſe Lücken noch auszufüllen. Sehr geringe Mengen von Schwefel und Phosphor, und vielleicht auch noch von andern Stoffen können die phyſikaliſchen und manche chemiſche Verſchiedenheiten veranlaſſen, welche wir bei jenen Verbindungen wahrnehmen. Wir halten ſie daher nicht für identiſch, wenn ſie auch bei der Analyſe faſt gleiche procentiſche Zuſammenſetzung liefern, eben ſo wenig, wie wir Amylum und Gummi verwechſeln, und um ſo weniger, als die Analyſe bei vielen eine Differenz in dem Schwefel- und Phosphorgehalt nachgewieſen hat; wir haben vielmehr die meiſten derſelben für chemiſche und weſentlich verſchiedene Subſtanzen anzuſehen. Aber ſie enthalten alle ohne Ausnahme dieſelbe organiſche Verbindung als Hauptbeſtandtheil, eine Verbindung, welche in allen präexiſtirt und den Uebergang des einen Körpers in den andern ſehr erleichtert.

Es iſt wichtig zu bemerken, daß die Natur aus einer Grundverbindung durch Hinzufügung oder Wegnahme gewiſſer kleiner Beimengungen vielerlei und dem Anſcheine nach ſehr

---

Niederſchlag mit Alkohol und Aether ausgezogen und bei 120° getrocknet gab:

	erſte Darſtellung	zweite Darſtellung	
C	53,23	53,56	53,61
H	7,03	7,12	7,29
N	15,97	16,09	16,04
O	23,25	22,75	
S	0,52	0,48	

Man ſieht daraus, daß der Stoff, woraus Vitellin beſteht, ein Sulphuret von Proteinoxyd iſt:

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}$$

Es ſcheint der Subſtanz der letzten Darſtellung, welche zellenſtoffreies Vitellin giebt — was mit hart gekochtem Eigelb nicht des Fall iſt — noch ein wenig Ammoniak angehangen zu haben; wenigſtens iſt der Waſſerſtoff- und Stickſtoffgehalt ein wenig zu hoch ausgefallen. (Scheik. Onderz., Deel II.)

ungleichartige Körper hervorbringt. Wir erkennen darin eine höchſt merkwürdige Einfachheit, finden aber doch in den chemiſchen Differenzen, ſo gering ſie auch ſind, die Urſache der verſchiedenen Natur jener Verbindungen. Ein bloßer Polymorphismus iſt daher keineswegs anzunehmen, und es bleibt alſo immer noch eine Aufgabe, durch ſehr genaue und mit Sorgfalt anzuſtellende Analyſen nachzuweiſen, wodurch und wie die Proteinverbindungen ſich von einander unterſcheiden. Es iſt nicht nur nachzuweiſen, daß eine Proteinverbindung in dem Gras vorkommt, und daß ſie die wiederkäuenden Thiere, welche täglich eine große Menge derſelben mit der Milch von ſich geben, daher erhalten: ſondern es iſt auch zu prüfen, ob die Proteinverbindung in dem Gras, ebenſo wie die der Milch, Schwefel und keinen Phosphor enthält; ob die Quantitäten der Beimengungen verſchieden ſind, oder nicht, und auf welche Weiſe ſolche Verſchiedenheiten in dem thieriſchen Körper zu Wege gebracht werden. Iſt die Thatſache, daß die Pflanzen das Protein für die Thiere bereiten, einmal außer Zweifel geſetzt, ſo ſind jene Fragen die wichtigſten und erſten, welche beantwortet zu werden verdienen.

Ich ſpreche hierüber abſichtlich mit Nachdruck, weil ich glaube, daß die kleinen Beimengungen von Schwefel und Phosphor weſentlich ſind, und daß ſie eine wichtige Rolle in dem Organismus ſpielen, betragen ſie auch nur halbe oder viertel Procente. Es iſt nicht die Quantität der verbundenen Stoffe, welche den Grad der Verſchiedenheiten beſtimmt, ſondern überhaupt nur ihre Gegenwart. Arſenikwaſſerſtoffgas $H_6 As_2$, eine der giftigſten Verbindungen, enthält auf 98,05 Arſenik nur 1,95 Waſſerſtoff. Dadurch iſt dies Gas kein Arſenikmetall und verhält ſich durchaus eigenthümlich.

In welcher Weiſe der Schwefel und Phosphor in jenen Stoffen mit dem Protein verbunden ſind, liegt noch im Dunkeln; aber es iſt ausgemacht, daß jene Verbindungen conſtant ſind. Entweder iſt alſo z. B. im Fibrin mit 20 Atomen

Protein eine geringe Menge einer Subſtanz verbunden, welche 1 Aeq. Phosphor und 2 Aeq. Schwefel enthält, eine Subſtanz, deren Gegenwart bei der Elementaranalyſe des Fibrins überſehen iſt, oder Ph S haben ſich unmittelbar mit 10 At. Protein vereinigt. Beide Annahmen weichen von unſern gewöhnlichen Vorſtellungen über die Conſtitution der unorganiſchen Verbindungen bedeutend ab, und wir ſind daher gewiſſermaßen berechtigt, der einfachſten von beiden den Vorzug zu ſchenken, d. i. eine direkte Verbindung von Ph S mit 10 At. Protein anzunehmen. Dieſe Thatſache ſteht übrigens nicht vereinzelt da; denn ein Aequivalent Alaun enthält 24 Aeq. Kryſtallwaſſer.

Es kann in dieſem Augenblicke nicht die Rede davon ſein, ob Protein als ſolches mit Phosphor und Schwefel verbunden iſt, oder ob die Beſtandtheile deſſelben Phosphor und Schwefel getrennt aufnehmen: Protein iſt eben ſo, wie Amygdalin, ein complexer Stoff, welcher aus verſchiedenen andern zuſammengeſetzt iſt; eine ſolche Vertheilung von Schwefel und Phosphor zwiſchen ſeinen Beſtandtheilen iſt alſo nicht unmöglich; aber es ſteht feſt, erſtens daß Protein ohne Schwefel und Phosphor beſtehen kann, zweitens, daß in einigen Verbindungen 10 At. Protein mit Ph S, in andern mit Ph S_2, und endlich noch in andern 10 und 15 At. Protein mit S verbunden ſind. Bis jetzt kennen wir folgende:

Kryſtallin	15	Protein	+ S
Caſein	10	»	+ S
Pflanzenleim	10	»	+ S_2
Fibrin	10	»	+ S Ph
Albumin aus Hühnereiern	10	»	+ S Ph
Albumin des Blutſerums	10	»	+ S_2 Ph

Die Verbindungen, welche Phosphor-Schwefel-Protein, oder Schwefel-Protein mit Säuren, Baſen und Salzen, oder welche Protein mit Sauerſtoff eingehen, ſind von großer Wichtigkeit. Was letztere betrifft, ſo ſind davon drei be-

kannt; die eine erhält man aus einer Chlorverbindung des Proteins durch Einwirkung von Ammoniak, wobei Salmiak und eine Subſtanz entſteht, welche man Proteintritoxyd nennt. Sie wird auch durch Kochen von Fibrin und Albumin mit Waſſer erhalten und iſt ein Hauptbeſtandtheil der Entzündungshaut. In dem Blute findet ſie ſich nur in geringer Menge und wird in den Lungen bereitet. Sie iſt C_{40} H_{62} N_{10} O_{13}.

Ein zweites Proteinoxyd erhält man aus Haaren durch Auflöſen derſelben in Kalilauge und durch Fällen mit einer Säure. Der erſte Niederſchlag iſt Protein, der zweite Proteindeutoxyd:

$$C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}$$

Der Schwefel des Haars = 2 Aeq. verbindet ſich mit dem Kalium der Kalilöſung und macht eben ſoviel Sauerſtoff frei, welcher ſich mit Protein vereinigt. Beim Fällen des Proteindeutoxyds aus der alkaliſchen Schwefelauflöſung wird Schwefelwaſſerſtoff unter Waſſerzerſetzung ausgetrieben; H_4 verbinden ſich mit S_2 und O_2 mtt Ka_2, ſo daß aus 2 (Ka S) und 2 (H_2 O), 2 (H_2 S) und 2 (Ka O) entſtehen (ſiehe weiter unten).

Die dritte Sauerſtoffverbindung iſt: C_{40} H_{62} N_{10} O_{20} und wird durch Kochen von Hefe mit Waſſer erhalten; ſie löſt ſich dabei in dem Waſſer auf (ſiehe Hefe).

Jene Sauerſtoffverbindungen des Proteins ſind ſehr wichtige Körper. Die beiden erſten können in dem thieriſchen Organismus abwechſelnd erzeugt und zerſetzt werden. Scheerer *) hat beobachtet, daß feuchtes Fibrin an der Luft mehr Sauerſtoff aufnimmt, als es Kohlenſäure ausgiebt. Es war daher möglich, daß dabei eine Sauerſtoffverbindung des Proteins gebildet war. Dies iſt kürzlich beſtätigt worden. Fi-

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. XI. p. 13.

brin mit Wasser gekocht läßt Proteindeutoryd ungelöst und giebt an das Wasser Proteintritoryd ab (s. weiter unten).

Eine Chlorverbindung des Proteins erhält man unter Wasserzersetzung aus Eiweiß u. s. w., wenn durch die Flüssigkeit Chlor geleitet wird ($C_{40}\,H_{62}\,N_{10}\,O_{12} + Cl_2\,O_3$); sie hat eine constante Zusammensetzung, und es läßt sich das Atomgewicht des Proteins mit Genauigkeit daraus ableiten; sie ist der Proteinschwefelsäure analog. In dem Körper kommt diese Verbindung nicht vor, aber die Kenntniß derselben ist wichtig für die Bleichkunst, für das Desinficiren thierischer Stoffe durch Chlor, für die Anwendung desselben in der Heilkunde u. s. w. Daß sie wirklich proteinchlorige Säure und nicht ein Chlorür von Proteintritoryd ist, läßt sich aus der analogen Leimverbindung schließen.

Besonders merkwürdig sind die Verbindungen von Schwefel-Phosphor-Protein (Fibrin, Albumin) und von Schwefel-Protein (Casein) mit Alkalien, Säuren und Salzen. Protein ist in verdünnten Alkalien auflöslich. Das Blutwasser ist immer schwach alkalisch, es enthält ein Proteat (mit Schwefel und Phosphor) von Natron, und also Schwefelphosphor aufgelöst. Auf dieser Eigenschaft beruht die immer gleiche Flüssigkeit des Blutes und ist also ein Haupterforderniß für das Leben der Thiere. Wird eine verdünnte alkalische Auflösung von Protein mit einer Säure neutralisirt, so vermindert sich die Auflöslichkeit des Schwefel-Phosphor-Proteins sehr, was die arzneiliche Wirkung der Säure erklärt. Diese Säuren sind besonders Schwefelsäure und Phosphorsäure, als blutstillende Mittel bekannt, während der Essigsäure, welche das Protein leicht auflöst, jene Eigenschaft fehlt. Sehr verdünnte Salzsäure und Essigsäure lösen Fibrin auf; die eine kommt in dem Magensaft vor, die andere macht das Fleisch kurz, wie man sagt, und unterstützt die Verdauung. Feste Proteinverbindungen, als Fibrin und Albumin, in äußerst verdünnter Salzsäure, $\frac{1}{2}$ tausendstel, einige Zeit bewahrt,

werden vollkommen gelöſt, ohne daß irgend etwas Anderes hinzuzukommen braucht: eine Eigenſchaft, welche die Wirkung des Magenſaftes hinreichend erklärt (Bouchardat) *).

Endlich können viele Säuren, z. B. Schwefelſäure und Salzſäure, beide in großer Menge, mit Schwefel-Phosphor-Protein chemiſche Verbindungen eingehen, und bilden unter gewiſſen Umſtänden weniger auflösliche Subſtanzen, weshalb ſie gegen das Faulfieber, den Scorbut u. ſ. w. wirkſame Heilmittel ſind. Dieſe Verbindungen haben folgende Zuſammenſetzung:

$$(C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S\ O_3.$$

$$2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + 2\ H_2\ O + S\ O_3$$

$$2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + 2\ H_2\ O + H_2\ Cl_2\ **).$$

Hruſchauer hat gefunden, daß die beiden letzten Verbindungen durch 6 Wochen langes Stehen unter Waſſer die Säuren ganz und gar verlieren, wenn ſie nicht aus coagulirtem, ſondern aus uncoagulirtem Eiweiß dargeſtellt ſind †).

Endlich kann Schwefel-Phosphor-Protein ſich mit manchen baſiſchen Salzen vereinigen. Die Verbindung, welche im

---

*) Siehe Scheik. Onderz., Deel I, p. 576.

**) Bulletin, 1838, p. 21.

Bipeoteinſchwefelſäure:

	gef.	At.	ber.
C	51,61	80	51,87
H	6,75	128	6,78
N		20	15,02
O		26	22,06
SO_3	4,17	1	4,25

Bipeoteinchlorwaſſerſtoffſäure:

	gef.	At.	ber.
C	51,49	80	52,09
H	6,80	128	6,81
N		20	15,08
O		26	22,14
H_2Cl_2	3,80	1	3,88

Um jene Verbindung darzuſtellen, wurde coagulirtes Eiweiß in Eſſigſäure aufgelöſt, die Flüſſigkeit mit Schwefelſäure oder Salzſäure gefällt, und der Niederſchlag mit Alkohol ausgewaſchen.

†) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XLVI, p. 348.

Caſein gefunden wird, iſt beſonders merkwürdig; ſie enthält den phosphorſauren Kalk der Knochen $3\ Ph_2\ O_5 + 8\ Ca\ O$: ein Salz, welches wahrſcheinlich auch (in jedem Falle wenigſtens ein phosphorſaurer Kalk) im Fibrin und Albumin vorkommt und durch ſie an die Knochen abgegeben wird. In dem Caſein (folglich auch in der Milch) iſt ſie in großer Menge enthalten und dient alſo dazu, den zarten Knochen der jungen Individuen in kurzer Zeit viel Knochenſubſtanz zuzuführen. Metallſalze und Metalloxyde als Arzneimittel oder Gifte in den Körper gebracht, können ſich ebenfalls mit den Proteinverbindungen vereinigen und Proteate (mit Schwefel und Phosphor) hervorbringen, welche ſich natürlich in dem Körper eigenthümlich verhalten müſſen. Die meiſten dieſer Verbindungen ſind unauflöslich und verhindern daher die unaufhörliche chemiſche Umſetzung der Stoffe in dem Organismus, woraus eigenthümliche Zuſtände des Körpers hervorgehen, welche, bis zu einem gewiſſen Grade geſteigert, das Leben gefährden. Aus dieſem Grunde, obſchon deshalb nicht allein, ſind Silber-, Blei-, Queckſilber-, Kupferſalze u.ſ.w. Gifte, wenn ſie in großer Quantität in den Körper eingeführt werden.

Protein iſt ein complexer Stoff, d. h. er beſteht aus einigen, zu einem Ganzen vereinigten heterogenen organiſchen Subſtanzen. Bei der Einwirkung kräftiger Agentien zerlegt er ſich in mehrere verſchiedene Körper.

Einige Proteinverbindungen, mit einem Alkali in Berührung, entwickeln augenblicklich Ammoniak. Man kann die alkaliſche Lauge kaum ſchwach genug machen, um keine Ammoniakentwicklung zu bekommen. Wenn man Fibrin oder coagulirtes Eiweiß in einem verdünnten Alkali auflöſt, ſo wird ſtets Ammoniak entbunden. Dieſe Eigenſchaft iſt wegen des Alkaligehaltes des Blutes von großer Bedeutung. Sie erklärt das eigenthümliche Verhalten des Proteins, welches

ſich im thieriſchen Körper in einem Zuſtande fortwährender Zerſetzung befindet.

Wird Eiweiß oder irgend eine Proteinverbindung mit Kali gekocht, ſo findet totale Zerſetzung Statt. Die Produkte derſelben rühren gewiß nicht von dem Protein allein her, aber einige derſelben müſſen doch als Beſtandtheile deſſelben angeſehen werden; es ſind folgende:

	C	H	N	O
2 Aeq. Leucin	24	48	4	8
2 Aeq. Protid	26	36	4	8
2 Aeq. Erythroprotid	26	32	4	10
4 Aeq. Ammoniak		24	8	
2 Aeq. Kohlenſäure	2			4
1 Aeq. Ameiſenſäure	2	2		3
2 Aeq. Protein + 9 aq. =	C_{80}	H_{142}	N_{20}	O_{33}

Das Leucin iſt eine kryſtalliniſche Subſtanz, welche auch aus Leim erhalten wird, und die alſo einen Zuſammenhang zwiſchen Protein und den Leim gebenden Stoffen anzeigt *). Unter ſehr verſchiedenen Umſtänden erhält man ſie mit oder ohne Leimzucker aus Fibrin, Albumin, Caſein und Leim, z. B. aus faulendem Käſe; durch Kochen von Eiweiß, Fibrin und Caſein mit Kali bekommt man das Leucin allein; Leimzucker durch Behandeln von Leim mit Schwefelſäure, und ein Gemenge von Leimzucker und Leucin durch Einwirkung von Schwefelſäure oder Kali auf Fleiſch, oder von Kali auf Leim. Leucin und Leimzucker **) ſind alſo, was ihre Ent-

*) Bulletin, 1838, p. 145.
Die Zuſammenſetzung des Leucin iſt:

			At.	ber.
C	55,64	55,53	12	55,79
H	9,30	9,22	24	9,11
N	10,51	10,51	2	10,77
O	24,55	24,74	4	24,33

**) Siehe die Note p. 238.

ſtehung betrifft, nahe verwandt; Leucin iſt als ein integrirender Theil von Protein anzuſehen.

Die andern beiden Körper, Protid und Erythroprotid ſind extraktartige Stoffe (das zweite beſitzt eine rothe Farbe) und dem Leim nahe verwandt *).

Von den drei andern Zerſetzungsprodukten des Proteins durch Kali vereinigen ſich die Säuren, die Kohlenſäure und Ameiſenſäure mit dem Kali, während das Ammoniak entweicht.

So lange nicht nachgewieſen iſt, daß Leucin in dem thieriſchen Körper vorkommt, oder daß es bei gewiſſen Secretionen verbraucht wird, kann man von dieſer Zerſetzung des Proteins durch Alkalien auf den lebenden Organismus keinen Schluß machen. Es verdient übrigens die Analogie zwiſchen den beiden extraktartigen Stoffen und Leim beſondere Beachtung; wir ſchließen daraus mit einiger Wahrſcheinlichkeit, daß, wenn thieriſches Zellengewebe aus Protein entſteht, dies durch eine ähnliche Veränderung geſchieht, welche ſie unter dem Einfluſſe der Alkalien erleidet. Bei dem thieriſchen Zellengewebe kommen wir hierauf zurück.

Es bleibt noch zu unterſuchen übrig, in welcher Form das Protein in dem thieriſchen Körper auftritt. In den Pflanzen kommt es immer in Verbindung mit Schwefel und Phosphor vor, und wird mit dieſen und mit phosphorſaurem Kalk von den Thieren verzehrt; aber es iſt eben

---

*) Bulletin, 1838, p. 167.

	grf.	At.	berr.
Protid:			
C	59,20	13	59,04
H	6,62	18	6,67
N	10,56	2	10,52
O	23,62	4	23,77
Erythroprotid:			
C	56,63	13	56,12
H	5,93	16	5,64
N	10,23	2	10,00
O	27,21	5	28,24

ſo wenig in den Nahrungsſtoffen der Pflanzen, wie in denen der Thiere als reines Protein vorhanden. Ueber die Schwefel- und Phosphormengen in den Proteinverbindungen der Pflanzen ſind wir ganz unwiſſend; es läßt ſich daher über die Bildung der thieriſchen Proteinverbindungen aus denen der Pflanzen nichts weiter mit Sicherheit angeben, als daß das Protein der Vegetabilien in den thieriſchen Körper übergeht. Die Bildung von Albumin im Blutwaſſer, von Fibrin, Caſein u. ſ. w., ſämmtlich Proteinverbindungen, welche wahrſcheinlich nicht in dieſer Form in den Pflanzen vorkommen, verdient alſo noch eine nähere Unterſuchung.

In dem thieriſchen Körper kennen wir Proteinverbindungen unter verſchiedenen Formen; hauptſächlich in Verbindung mit Schwefel, mit Schwefel und Phosphor, mit Schwefel, Phosphor und Alkalien, mit Schwefel und phosphorſaurem Kalk, endlich mit Sauerſtoff.

Es kommt im aufgelöſten Zuſtande im Blutwaſſer eine Schwefel-Phosphor-Proteinverbindung vor, welche ſehr viele Eigenſchaften mit dem Pflanzeneiweiß und dem der Vogeleier gemein hat. Beſonders in dieſer Form iſt das Protein allgemein in dem thieriſchen Körper verbreitet; man nennt es Eiweiß. Kein Organ, keine Flüſſigkeit, die gerade nicht zu den Sekreten gehört, wird unterſucht, worin es ſich nicht fände. Knetet man z. B. eine Leber, Niere oder Lunge mit Waſſer aus, ſo erhält man durch Erwärmen coagulirtes Eiweiß. Man findet es in der Flüſſigkeit der Lymphgefäße, in dem ausgeſchwitzten Serum, dem Chylus und Eiter. Ob nun in allen dieſen Eiweißarten immer

$$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + Ph\ S_2$$

vorkommt, iſt noch unbeſtimmt, ja nicht einmal wahrſcheinlich.

In dem Gehirn, dem Rückenmark und den Nerven trifft man eine große Menge einer ähnlichen eiweißartigen Subſtanz an; ſie iſt indeſſen im Ganzen feſter und ſcheint, inſofern ſie ſich in kaltem Waſſer nicht ſo leicht auflöſt, mehr

mit dem feſten Eiweiß der ölhaltigen Samen übereinzuſtimmen. Gehirn mit Waſſer gerieben, giebt eine ähnliche Emulſion, wie die ölhaltigen Samen. Auch die Zuſammenſetzung dieſer Proteinverbindung kennt man noch nicht. Sie geradezu Eiweiß zu nennen, iſt ſo lange gut, bis wir ihre Natur beſſer kennen gelernt haben.

Kleine Differenzen im Schwefel- oder Phosphorgehalt beſtimmen in einem hohen Grade den Charakter aller Proteinverbindungen. Dadurch unterſcheiden ſich Fibrin und Caſein weſentlich von dem Eiweiß des Blutſerums.

In der Milch kommt nebſt Fetten eine phosphorfreie Proteinverbindung vor. Es iſt Caſein, charakteriſirt durch die Eigenſchaft, aus ihrer Auflöſung in Waſſer durch Lab und Säuren, beſonders durch Milchſäure niedergeſchlagen zu werden.

Man hat Caſein in vielen andern thieriſchen Flüſſigkeiten gefunden, im Speichel, in der Galle, in dem Safte des Fleiſches, dem Kryſtallin, dem Eiter, den Tuberkeln und namentlich im Blute. Da übrigens alle dieſe Angaben nur auf der Unterſuchung ihrer Eigenſchaften beruhen, und keineswegs auf Analyſen, ſo iſt die Sache nicht für ausgemacht anzuſehen; es würde übrigens nicht befremdend ſein, wenn es in dem Blute wirklich vorkäme. Caſein würde nämlich leicht aus dem Blutſerum oder aus dem Faſerſtoff entſtehen, ſobald nur der Phosphor zurückgehalten wird. Hierauf beruht die Abſcheidung des Caſeins aus dem Blute bei der Milchbildung.

Ebenſo verhält es ſich mit dem Kryſtallin, welches auch faſt keinen Phosphor und weniger Schwefel enthält, als der Faſerſtoff, und noch viel weniger, als das Eiweiß des Blutſerums. Alle dieſe Subſtanzen und wahrſcheinlich auch die ganze Reihe der eiweißartigen Stoffe des Gehirns, der Leber, Nieren u. ſ. w. entſtehen durch eine ſehr unbedeutende Ver-

änderung der Schwefel- und Phosphormengen aus dem Eiweiß oder Faſerſtoff des Blutes.

Von dem letzteren iſt zuerſt zu bemerken, daß er als ſolcher nicht in dem Blute ſelbſt, wohl aber außerhalb deſſelben vorkommt. Er bildet die Muskelfaſern, deren chemiſche Zuſammenſetzung zwar bekannt iſt, worüber wir aber doch noch nicht ganz im Klaren ſind. Seine Eigenſchaften, mit denen des Blutfibrins übereinſtimmend, geben zur Vermuthung Veranlaſſung, daß er damit chemiſch identiſch iſt.

Der Faſerſtoff entſteht bekanntlich bei dem Gerinnen des Blutes und bildet fadenartige Körperchen, welche zuvor nicht darin waren. Man ſagt, er ſei in dem Blute aufgelöſt. Dies darf indeſſen gewiß nicht im buchſtäblichen Sinne genommen werden; vielmehr ſcheint der Faſerſtoff in einem halbflüſſigen Zuſtande in dem Blute enthalten zu ſein.

Da wir ſpäter bei der ſpeciellen Betrachtung des Blutes hierauf zurückkommen werden, ſo mag hier die Bemerkung genügen, daß das Fibrin keineswegs als Faſern in dem Blut vorkommt, ſondern daß es beim Gerinnen zu einem Gerinſel geſteht, deſſen Theile beim Auswaſchen gleich Faden aneinander haften, und daß es ſchon darum unwahrſcheinlich iſt, daß Fibrin in dem Blute aufgelöſt ſei. Seine Theilchen müſſen in dem cirkulirenden Blute von dem aufgelöſten Eiweiß ganz iſolirt ſein, da beide ſich durch ein Aeq. Schwefel auf 10 Aeq. Protein unterſcheiden.

In dem Blute kommt noch eine dritte Proteinverbindung vor, welche die Zellenmembran der Blutkörperchen ausmacht. Sie wird deshalb Globulin genannt. Simon hält ſie für Käſeſtoff. Daß das Globulin eine Proteinverbindung iſt, erleidet keinen Zweifel *), aber welche —, iſt für jetzt noch unbekannt. Ebenſowenig weiß man, woraus

*) Bulletin, 1839, p. 84.

der Kern der Blutkörperchen beſteht, und welche Flüſſigkeit mit dem Farbeſtoffe von der Membran eingeſchloſſen iſt.

Alle dieſe Proteinverbindungen des thieriſchen Körpers enthalten phosphorſauren Kalk in verſchiedenen Verhältniſſen. Auch für denſelben Stoff von verſchiedenen Thieren erhalten, iſt die Menge deſſelben verſchieden.

In dem thieriſchen Körper kommen noch zwei ſehr wichtige Proteinverbindungen vor, nämlich Proteindeut- und tritoryd. Beide ſind in einiger Menge in dem entzündeten Blute enthalten; ſie erzeugen ſich bei der Reſpiration und machen einen gewöhnlichen Beſtandtheil des Blutes aus; das letztere iſt auflöslich im Waſſer, erſteres unauflöslich; beide ſind Oxydationsprodukte, erhalten beim Kochen des Fibrins mit Waſſer; letzteres bildet ſich außerdem durch Kochen von Albumin, und iſt ein Zerſetzungsprodukt der proteinchlorigen Säure *) (ſ. oben p. 317); erſteres kann auch aus Haaren vermittelſt eines Alkalis dargeſtellt werden.

---

*) Bulletin, 1839, p. 404, und Scheik. Onderz., Deel I, p. 239 u. 550.

Protrinteiloxyd:

	I.	II.	III.	IV.
C	51,47	51,69	51,38	51,48
H	6,60	6,64	6,78	6,56
N	15,37	15,09	15,09	
O	26,56	26,58	26,92	

I iſt erhalten aus der protrinchlorigen Säure, durch Ammoniak vom Chlor befreit.
II durch Kochen von Fibrin im Waſſer.
III durch Kochen von Eiweiß im Waſſer.
IV aus der Entzündungshaut.

	At.	ber.
C	40	51,45
H	64	6,72
N	10	14,92
O	16	20,93

Dieſe Subſtanz hat Bouchardat Prim genannt (Annales de Chimie et de Phys. 1842, Tom. p. 440).

Proteindeutoxyd

	I.	II.	III.	At.	ber.
C	53,69	53,64	53,44	40	53,36
H	6,90	6,88	7,04	62	6,75
N	15,63	15,85	14,51	10	15,45
O	23,71	23,64	25,01	14	24,44

Beide ſind Beſtandtheile des geſunden Organismus, indem ſie bei jedem Athemzuge im Blute in geringer Menge erzeugt werden, und wie wir bei dem Farbſtoffe des Blutes näher auseinanderſetzen werden, wahrſcheinlich eine dünne Schicht um die Blutkörperchen bilden, zuſammengeſetzt wie die Entzündungshaut. Sie ſind Oxydationsprodukte einer Subſtanz, welche bei dem Coaguliren des Blutes zu Fibrin wird. Es iſt dieſe Proteinverbindung, welche Sauerſtoff in den Lungen aufnimmt und oxydirt durch die Arterien cirkulirt. In dem Capillarſyſtem werden ſie zerſetzt und zum Stoffwechſel verbraucht.

Eine zu große Menge jener Oxyde veranlaßt Entzündung.

Proteintritoxyd kommt im Eiter vor und wird von Manchen Pijin genannt; Proteindeutoxyd bildet Gewebe, welche wir ſpäter betrachten wollen. Im Vitellin haben wir (p. 314 in der Note) Proteindeutoxyd gefunden.

Man kann nicht mit Sicherheit ausmachen, wie und unter welchen Verhältniſſen Protein in den Pflanzen erzeugt wird. Bei Unterſuchung von Schimmelpflanzen der niedrigſten Formation habe ich ſtets Protein gefunden, und zwar, wie wir ſpäter ſehen werden, aus ſtickſtofffreien im Waſſer aufgelöſten und der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzten Stoffen erzeugt. Protein fehlt auch in den allerjüngſten Wur-

---

I. Iſt aus Fibrin durch Kochen mit Waſſer erhalten; es bleibt hierbei unauflöslich zurück.

II. Iſt Albuminoſe von Bouchardat (Comptes Rendus, 22. Juin 1842). Von Baumhauer in Scheik. Onderz. Deel I, p. 568.

III. Iſt aus Haaren dargeſtellt, durch Auflöſen in Kali; aus der alkaliſchen Flüſſigkeit wurde durch ein wenig Säure erſt das Protein niedergeſchlagen; durch Zuſatz einer größern Menge Säure erhielt man Proteindeutoxyd (ſ. Scheik. Onderz., Deel I, p. 167). Das Protein der Haare hat folgende Zuſammenſetzung:

	Scherer.		Von Lare.
	aus Haaren	aus Horn	aus Haaren
C	54,75	55,41	54,38
H	7,13	7,24	7,03
N	15,73	15,59	16,91
O	22,39	21,76	21,68

zelzaſern der Pflanzen nicht. Es gehört alſo mit Dextrin und Celluloſe zu den allererſten Pflanzenprodukten. Ohne Protein ſcheint keine Organiſation in dem Pflanzenreich beſtehen zu können. Es iſt dieſe Verbindung, welche der Zellenmembran Leben verleiht, und obgleich letztere durch Alkalien davon befreit werden kann, ſo iſt doch Protein immer ein Beſtandtheil neuer Zellenreihen in den Pflanzen.

So gewiß Dextrin, Celluloſe und Protein aus den Nahrungsſtoffen der Pflanzen unmittelbar bereitet werden, ſo wahrſcheinlich iſt es, daß an den Spitzen der Wurzelzaſern alles Protein, welches in der ganzen Pflanze vorkommt, erzeugt wird. Von da durchdringt es in aufgelöſter Form mit dem Dextrin die gebildeten Zellen, um anderswo neue Zellen, d. i. eine Verbindung von Celluloſe und Protein in — wie es ſcheint, — beſtimmten Verhältniſſen zu bilden; oder es kann auch, wo es hier und da als feſte Subſtanz abgeſondert iſt, durch die (p. 302) genannten Stoffe aufgelöſt und weiter fortgeführt werden.

Auf dieſe Weiſe genügt vielen Pflanzen eine geringe Menge Protein, während es doch zur Bildung jeder neuen Zellenreihe unentbehrlich iſt.

Wir nehmen alſo an, daß das Protein, wovon junge Zellen einen Ueberfluß, alte nur wenig enthalten, an den Wurzelſpitzen erzeugt, darauf anderswo abgeſondert, ſpäter wieder aufgelöſt und entferntern Stellen zugeführt, und außerdem zu tauſend andern Zwecken verwandt wird. Sehr ſelten wird es in den Pflanzen vollſtändig verbraucht; es ſcheint übrigens an der Erzeugung der Pflanzenalkalien und anderer ſtickſtoffhaltiger Verbindungen Theil zu haben und bildet jedenfalls das Chlorophyll, den Indigo u. ſ. w.

Fibroin.

Wenn man Seide oder Herbſtfäden mit Waſſer und darauf mit ſtarker Eſſigſäure ſo lange auskocht, bis Leim und

Eiweiß aufgelöſt ſind, ſo behält man loſe Fäden übrig, welche ſich von den bekannten Proteinverbindungen der höheren Thierklaſſen weſentlich unterſcheiden. Dieſe Fäden beſitzen folgende Eigenſchaften: ſie haben faſt allen Zuſammenhang verloren, werden von concentrirter Schwefelſäure, Salpeterſäure und Salzſäure aufgelöſt und durch Galläpfelinfuſion aus der verdünnten Säure niedergeſchlagen; ſie erhalten ſich in Eſſigſäure und Ammoniak unverändert, werden aber von Kali unter Zerſetzung in verſchiedene Stoffe aufgenommen. Sie haben folgende Zuſammenſetzung: $C_{39}H_{63}N_{12}O_{17} = 3(C_{13}H_{20}N_4O_5) + H_2O + O$ *), d. i. 3 Aeq. Leim + Waſſer mit Sauerſtoff.

Es iſt ſehr merkwürdig, daß Schwamm genau dieſelben Beſtandtheile und dieſelben Eigenſchaften beſitzt, wie das Fibroin der Seide, aber Schwefel, Jod und Phosphor enthält. Schwamm iſt nämlich nach der Unterſuchung von Croockewit Fibroin mit Schwefel, Jod, Phosphor:

$$C_{780}H_{1240}N_{240}H_{340} + Jd_2, S_3Ph_{10} =$$
$$20(C_{39}\ H_{62}\ N_{12}\ O_{17}) + Jd_2, S_3Ph_{10},$$

d. h. Fibroin iſt mit Jod, Schwefel und Phosphor in der-

---

*) Natuur.-en Scheik. Archief, D. III, p. 93, D. V, p. 281.

Fibroin von Seide:

	I.	II.	III.	IV.	At.	ber.
C	47,97	48,08	49,11	49,27	39	48,64
H	6,61	6,50	6,50	6,50	62	6,31
N			17,67	17,02	12	17,32
O			26,72	27,21	17	27,73

Scheik. Orderz., Deel II, p. 1.

Schwamm.

	I.	II.	III.	IV.	V.	At.	ber.
C	47,14	48,01	46,91	47,20	47,35	780	47,04
H	6,34	6,35	6,38	6,51	6,33	1240	6,10
N	16,23	16,06				240	16,76
O	26,52	26,40				340	26,82
Id	1,11	1,05				2	1,24
S	0,53	0,46				3	0,48
Ph	2,13	1,67				10	0,56

20 Aeq. Fibroin, der Hauptbeſtandtheil des Seidenfadens, ſind alſo mit Id_2, S_3 Ph_{10} vereinigt, und höchſt wahrſcheinlich zwiſchen Jod, Schwefel und Phosphor vertheilt.

ſelben Weiſe vereinigt, als ſich Protein mit Schwefel und Phosphor zu Fibroin, Albumin u. ſ. w. verbindet.

Dieſer als Faſern abgeſchiedene Stoff, welcher die Hauptmaſſe in den Herbſtfäden und der Seide ausmacht, iſt wahrſcheinlich unter die Hauptbeſtandtheile des thieriſchen Körpers der niedern Ordnung zu zählen und erſetzt hier vielleicht den Faſerſtoff des Bluts der höhern Thierklaſſen. Unſere Kenntniß derſelben iſt übrigens noch ſehr beſchränkt, weil wir ſie bis jetzt nur als Sekret kennen gelernt haben, und die Spongilla zu einzeln daſteht, um daraus einen allgemeinen Schluß ziehen zu dürfen; deshalb habe ich dieſes Gegenſtandes nur mit ein paar Worten erwähnt. Um übrigens die Metamorphoſen der Stoffe des thieriſchen Körpers einmal kennen zu lernen, müſſen wir zuerſt die Beſtandtheile der einfach organiſirten Thiere unterſuchen. Von den chemiſchen Verbindungen, welche in den Inſecten vorkommen, wiſſen wir faſt gar Nichts, und doch bietet dieſe Thierklaſſe, wegen ihres eigenthümlichen Charakters mehr Intereſſe dar als viele andere.

Ob das oben angedeutete Verhältniß zwiſchen Fibroin und Leim wirklich beſteht, muß die Zukunft lehren.

Leimgebende Stoffe, Leim, Chondrin.

Unter den Beſtandtheilen der organiſirten Weſen iſt keiner mannichfaltiger als die Zelle. Sie iſt das Fundament aller verſchiedenen Formen der organiſchen Körper; durch ſie, auf tauſendfache Weiſe modificirt, weiß die Natur alle die Verſchiedenheiten hervorzubringen, welche Pflanzen und Thiere in der Form ihres Körpers und ihrer Organe und alſo auch in den Funktionen derſelben darbieten.

In den Pflanzen ſcheint die Natur zu der Bildung dieſer Zellen und zu den daraus zuſammengeſetzten Theilen eine Subſtanz zu benutzen: C_{24} H_{42} O_{21}; ſie kommt zwar noch in

Verbindung mit andern vor, wodurch die Beſchaffenheit der Zelle verändert wird; aber der weſentliche Beſtandtheil der Pflanzenzellen iſt immer Celluloſe, in Verbindung mit ein wenig Protein.

Bei den Thieren verhält es ſich eben ſo, obgleich die Elementarform des Gewebes und deſſen chemiſcher Charakter hier ein anderer iſt. Man muß nämlich einen Zellenſtoff unterſcheiden, welcher bleibend, und einen andern, welcher urſprünglich iſt. Der urſprüngliche iſt vielleicht mehrfacher Art; der bleibende hat einen allgemeinern Charakter. Jener iſt für die einzelnen Organe verſchieden und macht dem allgemeinen Zellenſtoff Platz, worin ſpäter verſchiedene Stoffe abgeſondert werden ſollen, und welcher die Zellenform ganz verliert.

Letzterer muß alſo in den ausgebildeten Individuen und den entwickelten Organen geſucht werden. Er macht in der That bei den höhern Thierklaſſen den größten Theil ihrer Subſtanz aus und kann, obgleich er ſich von dem Pflanzenzellenſtoff darin unterſcheidet, daß er nicht, wie dieſer, urſprünglich, ſondern ein ſecundäres Produkt iſt, und daß ihm die eigentliche Zellenform fehlt, doch in mancher Hinſicht damit verglichen werden; beſonders in Betreff ſeiner verſchiedenen Funktionen und in der großen Menge, die der thieriſche Körper davon enthält.

Daher kommt es, daß eine große Zahl thieriſcher Subſtanzen bei der Analyſe zum Theil dieſelben Beſtandtheile liefert.

Seine Verbreitung in dem Körper iſt ſo groß, daß, wenn man alle anderen Stoffe ausſcheiden könnte, man in ihm allein die ganze Geſtalt des Körpers und deſſen Hauptbeſtandtheile behalten würde. Es beſtehen daraus die Haut, die ſeröſen Membranen, die Zellgewebsſcheiden der Muskeln, die organiſchen Theile der Knochen und ſo viele andere (ſ. Bindegewebe).

Die Eigenſchaften dieſer Subſtanz ſind noch wenig bekannt; ſie iſt in kaltem Waſſer unauflöslich, wird durch Eſſigſäure durchſcheinend und voluminös, durch Gerbſäure feſt und gegen Fäulniß geſchützt, und giebt beim Kochen Leim. Dieſer letzten Eigenſchaft wegen heißt ſie: leimgebende Subſtanz.

Indeſſen ſind nicht alle Materien, welche Leim geben, identiſch; viele ungleichartige Gewebe beſitzen dieſe Eigenthümlichkeit.

Die Hauptmaſſe der leimgebenden Gewebe, eine allgemeine in ihrer Funktion mit der Celluloſe zu vergleichende Subſtanz, wollen wir Leimſubſtanz nennen.

Sie verändert ſich beim Kochen mit Waſſer und geht dabei aus dem unlöslichen Zuſtande in den löslichen über, ſo daß z. B. eine Schwimmblaſe nach den Verſuchen von Cop nicht mehr als 1,7 % von Cylinder- und Pflaſter-Epithelium hinterläßt, wenn man ſie mit Waſſer auskocht *). Ebenſo verhält es ſich mit allen andern aus dem Bindegewebe gebildeten Theilen, welche man daher, in Betreff ihrer weſentlichen Beſtandtheile, als mit der leimgebenden Subſtanz chemiſch identiſch betrachten kann; mit anderen Worten: der thieriſche Leimſtoff verwandelt ſich beim Kochen ganz in Leim.

Er erleidet dabei in ſeiner Zuſammenſetzung keine Veränderung. Denn unterſucht man eine ſeröſe Membran, ſo erhält man dafür ungefähr dieſelbe procentiſche Zuſammenſetzung, als wenn man die Gellerte, den durch Auskochen der ſeröſen Membran erhaltenen Leim der Analyſe unterwirft. Daſſelbe gilt auch von der Haut, von dem Zellgewebe, welches die Haut mit den darunter liegenden Theilen verbindet, und worin gewöhnlich Fett abgeſondert iſt, ferner von dem Gewebe, welches die Muskelfaſern verbindet, und welches in den Knochen die Knochen-Salze aufnimmt, und noch von vie-

*) Scheik. Onderz., Deel I, p. 67.

len andern Theilen des Körpers, die wir ſpäter, wo wir von den Geweben handeln, namhaft machen werden.

In allen jenen Theilen kommt die leimgebende Subſtanz als ein im Waſſer unauflöslicher Körper vor, welcher beim Kochen keine chemiſche, ſondern nur phyſikaliſche Veränderung erleidet; es wird dabei weder Etwas aufgenommen noch abgegeben. Dieſe Umänderung gleicht der des Amylums, wenn es ſich in heißem Waſſer in Kleiſter verwandelt, und wobei es vielleicht das Atomgewicht verändert und polymeriſch umgeſetzt wird.

Es kommt indeſſen in der Seide und den Herbſtfäden noch eine beſondere Leimſubſtanz vor, welche in kaltem Waſſer auflöslich iſt. Rochard nannte ſie früher Gummi, und das Reinigen der Seide von dieſer leimartigen Hülle wurde lange Zeit Entgummen genannt. Dies iſt das einzige bis jetzt bekannte Beiſpiel einer in kaltem Waſſer auflöslichen Leimſubſtanz des thieriſchen Körpers. Wahrſcheinlich kommt ſie auch aufgelöſt in dem Blute vor. Wo der Leim einen Theil der feſten Stoffe des Körpers ausmacht, iſt er in kaltem Waſſer unauflöslich und wird daraus durch Kochen mit Waſſer ausgezogen.

Seine Zuſammenſetzung iſt:

$$C_{13}\ N_{20}\ N_4\ O_5$$

ſowohl aus der Gallerte des Hirſchhorns als aus Fiſchleim und Seide *). Ungekochter und gekochter, in Leim veränder-

*) Die nachſtehenden Leimarten haben mir folgende Zuſammenſetzung gegeben (Bulletin, 1839, p. 24):

	Hirſchhorngelee. I.	Hirſchhorngelee. II.	Seidegelee.	Fiſchleimgelee.	At.	ber.
C	50,05	50,05	49,49	50,76	13	50,37
H	6,48	6,64	6,36	6,64	20	6,33
N	18,35	18,39	19,19	18,31	4	17,95
O	25,12	24,92	24,96	24,29	5	25,35

Cop hal beim Kochen von Fiſchleim nur 1,7% unauflösliche Stoffe erhalten, welche gaben (Scheik. Onderz., Deel I, p. 67):

C	52,02
H	6,71

ter Zellenſtoff verbinden ſich beide mit Gerbſäure zu einer im Waſſer unauflöslichen und der Fäulniß lange widerſtehenden

---

Deshalb konnte Scherrer auch ungefähr dieſelben Beſtandtheile für Schwimmblaſen erhalten, welche er unverändert der Analyſe unterwarf. Er fand nämlich (Annalen der Pharmacie, Bd. 40, p. 46):

	Fiſchleim	Sehnen	Sclerotica
C	50,56	50,96	51,00
H	6,90	7,19	7,08
N	18,79	18,32	18,72
O	23,75	23,53	23,20

Der Verbindungen von Gallerte mit Gerbſäure kennen wir drei; zwei davon habe ich ſelbſt unterſucht (Bulletin, 1839, p. 23):

$$C_{13} H_{20} N_4 O_5 + C_{18} H_{10} O_9 + 2\,aq.$$
$$3\,C_{13} H_{20} N_4 O_5 + 2\,(C_{18} H_{10} O_9) + aq.$$

Schiedel hat auf 100 Th. Gallerte 59,25 — 88,9 — 118,5 Gerbſäure gefunden; dies entſpricht dem Verhältniß von 1 Aeq. Gallerte zu 1, 1½ und 2 Aeq. Gerbſäure.

Damit iſt die Formel der Gallerte feſtgeſtellt; ſie iſt indeſſen noch auf zwei andere Arten beſtimmt, nämlich aus dem chlorigſauren Leim, wenn man Chlor durch eine Auflöſung der Gallerte leitet (Bulletin 1839, p. 153).

Von dieſen Verbindungen ſind drei bekannt, welche aus 1 Aeq. Gallerte und 1 Aeq. chloriger Säure ($Cl_2 O_3$), aus 3 Aeq. Gallerte und 2 Aeq. chloriger Säure, und aus 4 Aeq. Gallerte mit 1 Aeq. chloriger Säure beſtehen. Die letztere, in ihrer Zuſammenſetzung ſo conſtant, als man irgend eine chemiſche Verbindung erhalten kann, läßt über das Atomgewicht und die Formel der Gallerte keinen Zweifel:

	gef.		At.	ber.
C	46,66	46,25	52	46,32
H	5,90	5,81	80	5,84
N	15,59		16	15,54
O	23,37		20	23,41
Cl_2O_3	8,48	8,47	1	8,69

Da Scherrer bei der Analyſe des Leims mehr Waſſerſtoff fand, ſo hat von Goudoever meine Verſuche ſpäter wiederholt (Scheik. Onderz., Deel I, p. 253). Er hat auch lange gekochten Leim, welcher nicht mehr gelatiniet, analyſirt und dafür gefunden:

	gef.		At.	ber.
C	49,50	49,56	52	49,67
H	6,56	6,54	82	6,39
N	17,36	17,36	16	17,69
O	26,58	26,54	21	26,25

alſo ein mit der letztgenannten Chlorverbindung correſpondirendes Hydrat:

$$4\,(C_{13} H_{20} N_4 O_5) + Cl_2 O_3$$
$$4\,(C_{13} H_{20} N_4 O_5) + aq.$$

Lange gekochter Leim hat alſo ein viermal ſo hohes Atomgewicht als der gelatinirende. Leitet man Chlor hindurch, ſo läßt ſich noch eine vierte Verbindung des Leims mit chloriger Säure erhalten, beſtehend aus 5 Aeq. Gallerte und 2 Aeq. chlorige Säure (Scheik. Onderz., Deel I, p. 523).

Subſtanz; daher das Vermögen aller gerbſäurehaltigen Stoffe, die Elaſticität in den organiſchen Körpern zu erhöhen. Sowohl Proteinverbindungen als Leim bilden harte cohärente Verbindungen mit Gerbſäure. Chinarinde, Weidenbaſt, Catechu und ſo viele andere zuſammenziehende Arzneimittel erzeugen ähnliche Verbindungen in dem Organismus. Daß indeſſen von der Gerbſäure, dieſer im Uebermaaß genoſſenen Subſtanz, nur wenig in das Blut übergeht, ergiebt ſich aus der Unſchädlichkeit derſelben. Die Menge Gerbſäure, welche in einer Unze Chinarinde enthalten iſt, ja ſelbſt ein ſehr kleiner Theil derſelben in das Blut gebracht, würde augenblicklichen Tod zur Folge haben; ſie würde nämlich den größten Theil des Eiweißes im Blute coaguliren.

Daſſelbe gilt von den ſpirituöſen Flüſſigkeiten, welche ebenfalls Leim und Proteinverbindungen präcipitiren; von Alaun, indem Alkalien den Leim mit der Thonerde fällen.

Das Gerben des Leders durch gerbſäurehaltige Stoffe deutet an, daß der Leim in dem Zellengewebe im Zuſtande von Hydrat enthalten iſt, deſſen Waſſer durch Gerbſäure erſetzt werden kann; dabei bildet ſich unauflöslicher harter Gerbſäureleim, welcher der Fäulniß lange widerſteht.

Solcher Gerbſäureverbindungen des Leims giebt es drei: 1 Aeq. Leim, verbunden mit 1 Aeq. Gerbſäure; 2 Aeq. Leim mit 1 Aeq. Gerbſäure und 3 Aeq. Leim mit 2 Aeq. Gerbſäure.

Wird durch eine Auflöſung von Leim Chlor geleitet, ſo entſteht:

$$4\ (C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5) + Cl_2\ O_3$$

nach dem Trocknen des gebildeten Niederſchlages; vor dem Trocknen findet man Verbindungen von 1 Aeq. Leim mit 1 Aeq. chloriger Säure und 3 Aeq. Leim mit 2 Aeq. chloriger Säure.

Wird dieſe Verbindung mit Ammoniak übergoſſen, abgedampft und das gebildete Ammoniakſalz mit Alkohol ausge-

zogen, ſo erhält man ein Leuchthydrat, welches nicht mehr gelatinirt:

$$4\ (C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5) + aq.$$

Daſſelbe bildet ſich auch beim Kochen von Leim mit Waſſer; eine Eigenſchaft, worauf das Abkochen des Fleiſches zu Bouillon und die Bereitung der Speiſen im Papinianiſchen Topfe beruht; es iſt die Frage, ob dies Leimhydrat durch den Organismus wieder in Nahrungsſtoffe verändert werden, und ob es auch ſchädliche Stoffe in dem Körper erzeugen kann.

Der Leim wird aller Wahrſcheinlichkeit nach nicht durch die Pflanzen bereitet; in den vegetabiliſchen Nahrungsſtoffen hat man ihn bis jetzt noch nicht gefunden.

Auf welche Weiſe die leimgebenden Gewebe in dem thieriſchen Körper entſtehen, iſt noch unbekannt; der Möglichkeiten ſind viele. Es giebt indeſſen in dem Organismus Stoffe, welche eine dem Leime ähnliche Zuſammenſetzung haben; dahin gehören jene Verbindungen, welche aus Protein unter dem Einfluſſe von Alkalien erzeugt werden (ſ. die Note p. 322). Die letzteren verdienen beſondere Beachtung, weil das Blut alkaliſch iſt und Protein mit dem ſchwächſten Alkali nicht zuſammenkommen kann, ohne zerſetzt zu werden, wie wir p. 321 geſehen haben.

In den Haaren kommt mit Schwefel-Protein $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12} + S_2$ ein Bindungsſtoff vor, $C_{13}\ H_{20}\ N_6\ O_5$, welcher ſich durch zwei Atome Stickſtoff vom Leime unterſcheidet, während Protid $C_{13}\ H_{18}\ N_2\ O_4$ und Erythroprotid $C_{13}\ H_{16}\ N_2\ O_5$ dem Leim in ihrer Zuſammenſetzung ſehr nahe verwandt ſind (ſ. p. 322). Durch Zerſetzung des Proteins kann alſo in dem thieriſchen Organismus auf die Weiſe Leim gebildet werden, wie bei der Einwirkung von Alkalien auf Protein p. 321 mitgetheilt iſt. Ameiſenſäure entſteht hier unter dem oxydirenden Einfluſſe des durch die Lungen in das Blut übergeführten Sauerſtoffs nicht, ſondern wird unmittelbar in Kohlenſäure verwandelt. Daher ſind die Zerſetzungsprodukte des

Proteins durch das Alkali des Blutes: Kohlenſäure, Ammoniak, Protid, Erythroprotid und Leucin. Auf 2 Aeq. Ammoniak werden gebildet:

$C_{13} H_{18} N_2 O_4$ Protid
$C_{13} H_{18} N_2 O_5$ Erythroprotid.

Vermehren wir die Elemente von jedem mit 1 Aeq. Ammoniak:

$C_{13} H_{24} N_4 O_4$ $C_{13} H_{22} N_4 O_5$

ſo erhellt, wie unter dem unaufhörlichen Einfluſſe des durch die Lungen in das Blut geführten Sauerſtoffs aus Protid leimgebendes Gewebe entſtehen kann, wenn 3 Aeq. Sauerſtoff zutreten und aus Erythroprotid, wenn 1 Aeq. Sauerſtoff hinzukommt. Aus

$C_{13} H_{24} N_4 O_4 + O_3$

wird: $C_{13} H_{20} N_4 O_5 + 2 H_2 O$

und aus:

$C_{13} H_{22} N_4 O_5 + O$

wird: $C_{13} H_{20} N_4 O_5 + H_2 O$,

d. h. aus Protid und Erythroprotid bei Gegenwart von Ammoniak, welches ſich aus dem Protein durch das Alkali des Blutes entwickelt, Leim und Waſſer erzeugt, wenn Sauerſtoff in den Lungen hinzutritt.

Nach dieſem Schema würden die Zerſetzungsprodukte des Proteins im Blute, durch den Alkaligehalt des Blutwaſſers, unter dem oxydirenden Einfluſſe der Luft: Kohlenſäure, Waſſer, leimgebendes Gewebe und Leucin ſein. Die Kohlenſäure wird durch die Lungen, das Waſſer durch dieſe und die Nieren abgeſondert.

Aber Leucin iſt noch nicht in dem Körper gefunden. So lange man dieſes oder deſſen Zerſetzungsprodukte darin nicht nachgewieſen hat, iſt jeder Verſuch, die Leimbildung zu erklären, fruchtlos.

Mit dem Obigen habe ich übrigens auf die complexe Natur des Proteins und Leims aufmerkſam machen zu müſſen

geglaubt, ſowie auf die große Unwahrſcheinlichkeit, daß durch bloßes Hinzutreten oder Abſcheidung von Sauerſtoff, Waſſer und Ammoniak die Metamorphoſe von Protein in Leim von Statten gehen könne; ferner auf den Einfluß des Alkaligehaltes des Blutwaſſers auf die Metamorphoſe des Proteins, und daß aus der Erzeugung von Protid und Erythroprotid aus Protein und Alkalien die Bildung der leimgebenden Gewebe ſich genügend erklären läßt. Alles, was wir jetzt darüber wiſſen, iſt wegen der beſchränkten Kenntniß der ſogenannten extraktartigen Stoffe des Blutſerums ſehr mangelhaft.

Ueber die Zerſetzungsprodukte der leimgebenden Gewebe in dem Körper iſt man noch faſt ganz im Unklaren, weil die Zerſetzungsprodukte des Leims ſelbſt unbekannt ſind. Unter dem Einfluß oxydirender Mittel erhält man Blauſäure *). Alkalien erzeugen Leimzucker, Leucin und Extraktſtoffe, ferner Ammoniak und Alkali **).

Wird endlich Leim mit Schwefelſäure verſetzt, mit Waſſer verdünnt und gekocht, ſo bekommt man Leimzucker und Extraktſtoffe, oder Leucin und Extraktſtoffe***). Der Umſtand, daß Eiweiß mit Kali Leucin giebt †), deutet auf einen innigen Zuſammenhang zwiſchen Proteinverbindungen und den thieriſchen leimgebenden Stoffen; beide bringen in dem Blute ähnliche Verbindungen hervor und können alſo auch unter gewiſſen Umſtänden dieſelben Zerſetzungsprodukte geben.

Welche Zerſetzungsprodukte der Leimzucker liefert, davon iſt p. 238 ff. bei dem Zucker die Rede geweſen. Wenn das Zellgewebe, nach dem obigen Schema aus Protein entſtanden, wieder aufgenommen wird, muß es in aufgelöſter Form, d. h.

---

*) Peeſoz, Annalen der Chemie und Pharmacie. Decbr. 1842; Sullivan leugnet dieſes ibid.

**) Man findet dieſe Verſuche im Bulletin 1838, p. 145.

***) Ibid. p. 145.

†) Ibid. p. 145.

als Leim in dem Blute enthalten ſein, und wird dieſer durch das Alkali deſſelben zerſetzt, ſo entſteht (aus unbekannten Extraktſtoffen) Leimzucker, welcher wieder in Harnſtoff und Zucker zerfällt, wovon erſterer in den Nieren abgeſondert, letzterer zu irgend andern Zwecken in dem Körper verbraucht wird.

Man hat in der letzteren Zeit nicht nur an der Nahrungsfähigkeit der Gallerte für den Menſchen gezweifelt, ſondern ſie iſt ſogar von der Commiſſion, welche die Pariſer Akademie mit der Unterſuchung dieſes Gegenſtandes beauftragte, als Nahrungsſtoff geradezu verworfen *). Nur diejenigen, welche im Vorurtheil befangen, Verſuche mit Hunden anſtellten, Thiere, welche nach der Ausſage der Gelatina-Commiſſion lieber verhungern, als von der Gallerte freſſen; ſie allein, welche das Reſultat unzähliger Beobachtungen leugnen, können dem Leime eine Stelle unter den Nahrungsſtoffen verweigern. Der ich ſelbſt viele Jahre lang die mediciniſche Praxis geübt und unzählige Male Gelegenheit gehabt habe zu beobachten, wie Reconvalescenten durch Genuß von Arrowroot und Hirſchhorn-Gelee wieder zu Kräften kamen, muß es beklagen, daß da Verſuche entſcheiden ſollen, wo ſie verwerflich und überflüſſig ſind, und wo allein Erfahrungen entſcheiden.

Es iſt hier nicht der Ort zu entwickeln, auf welche Weiſe Gallerte den thieriſchen Körper ernährt; wir wollen dies aufſparen, bis von der thieriſchen Nahrung überhaupt die Rede ſein wird; aber ich kann das Wenige, was ich ſo eben über die Gellerte mitgetheilt habe, nicht beſchließen, ohne mein Urtheil über die Verſuche, in Folge deren die reine Gallerte als Nahrungsmittel verworfen iſt, auszuſprechen, nämlich: daß ich daraus nichts gelernt habe, als wie man Verſuche nicht anſtellen muß.

*) Siehe z. B. Bericht an S. E. den Miniſter des Innern, in dem Inſtituut Amſterdam 1843, Nro. 2, p. 97.

Mit dem aus dem Zellgewebe und den ſeröſen Häuten erhaltenen Leim ſtimmt in vielen Eigenſchaften, aber nicht in der Zuſammenſetzung eine andere Subſtanz überein, welche Joh. Müller unter dem Namen Chondrin beſchrieben hat. Man erhält ſie aus Horn, den bleibenden Knorpeln, z. B. der Naſe, des Ohrs, der aspera arteria, den Gelenk- und Rippen-Knorpeln durch Auskochen mit Waſſer. Dieſe zweite Leimart führt uns alſo eine andere Art der Gewebe vor. Dieſe verhalten ſich in Betreff ihrer Zuſammenſetzung zum Chondrin, wie das Zellgewebe zu dem daraus bereiteten Leim; ſo daß, wenn man z. B. Rippenknorpel unterſucht, man faſt dieſelbe Zuſammenſetzung bekommt, als wenn man das durch Auskochen daraus bereitete Chondrin analyſirt. Es ſcheinen alſo ebenfalls, wie im Fiſchleim, wenige andere Stoffe mit der Chondrin gebenden Subſtanz in den genannten Geweben vorhanden zu ſein (ſ. Knorpel). Seine Zuſammenſetzung iſt:

$$10\,(C_{32}\,H_{52}\,N_8\,O_{14}) + S\ ^*).$$

Daß die Chondrin gebende Subſtanz unter andern Verhältniſſen gebildet wird, als die Leim gebende, geht daraus hervor, daß man aus den Rippenknorpeln älterer Individuen,

---

*) Bulletin 1838, p. 77.

	gef.	At.	ber.
C	49,96	320	49,93
H	6,63	520	6,61
N	14,44	80	14,47
O	28,59	140	28,58
S	0,38	1	0,41

Das Atomgewicht der Chondrins iſt zuerſt durch eine Verbindung deſſelben mit ſchwefelſaurem Eiſenoxyd controlirt, und durch eine Chlorverbindung des ſchwefelfreien Chondrins, welche Scherer analyſirt hat (Scherer, Unterz. Deel I, p. 270).

	gef.	At.	ber.
C	46,11	32	45,96
H	6,09	52	6,09
N	13,71	8	13,30
O	26,88	14	26,31
Cl_2	7,21	2	8,32

Von Scherer ſind auch meine früheren Analyſen des Chondrins wiederholt, da Scherer und Vogel andere Reſultate erhalten hatten.

wenn ſie anfangen ſich zu verknöchern, beim Kochen kein Chondrin, ſondern Leim erhält. Das Gewebe der Rippenknorpel wird alſo in dieſer Zeit verändert und in Knochengewebe umgewandelt. Umgekehrt geben die zarteren Knochen des Fötus keinen Leim, ſondern Chondrin, ſo lange die Oſſification nicht begonnen hat *).

Mit Chlor vereinigt ſich das Chondrin zu einer Chlorverbindung; nicht zu einer ſolchen, welche chlorige Säure enthält, ſondern wie Schröder gefunden hat, zu:

$$C_{32}\ H_{52}\ N_8\ O_{14}\ Cl_2.$$

Andere Leim gebende Stoffe des Körpers kennt man noch nicht. Das Pyin von Güterbock, aus Tuberkelſubſtanz, Granulationen der Wunden, Condylomata, Pſeudomembranen, aus der Haut des Fötus u. ſ. w. erhalten, iſt Proteintritoryd. Endlich hat der Leim elaſtiſcher Gewebe Eigenſchaften, welche zwiſchen denen des Chondrins, Proteintritoryds und

---

Scheerer hat nämlich (Annalen der Phaemacie, Bd. 40, p. 49) ganze Rippenknoepel analyſiet, ebenfalls die cornea und dafue gefunden:

Rippenknorpel		cornea	
50,90	49,19	49,52	50,03
6,96		7,10	
14,91		14,40	
27,23		28,98	

Außer im Waſſeſtoffgehalte, welcher indeſſen ſehr weſentlich iſt, nähern ſich die Analyſen von Scheerer den meinigen. Schröder erhielt genau die von mir gefundenen Zahlen:

C	49,93	32	49,93
H	6,61	52	6,61

Aus den Verſuchen von Scheerer folgt indeſſen, daß Rippenknoepel ſich ebenſo wenig von dem daraus bereiteten Leim unterſcheiden, als die Schwimmblaſen der Fiſche von dem Fiſchleim.

Die Reſultate der Analyſen des Chondrins von Vogel (Journal de Pharmacie, Aout 1841, p. 497) ſind für den Kohlenſtoff unrichtig:

C	48,97
H	6,53
N	14,55
O	29,63
S	0,32

*) Müller in Poggend. Annalen, Bd. 38, p. 316.

des gewöhnlichen Leims in der Mitte ſtehen. Er ſcheint ein Gemenge zu ſein.

Wie das Zellgewebe entſteht, liegt noch faſt ganz im Dunkeln. Die Beobachtung, daß die Knochen des Fötus zuerſt Chondrin enthalten, daß dieſes darauf in leimgebendes Gewebe übergeht, ſobald die Oſſification begonnen hat, und daß oſſificirende Knorpel nicht mehr Chondrin, ſondern Leim beim Auskochen geben, iſt für die Erklärung des Urſprungs der leimgebenden Gewebe ſehr wichtig. Daraus folgt freilich nicht, daß alles, was Leim giebt, urſprünglich Chondringewebe geweſen iſt, daß alſo Haut, ſeröſe Membranen u. ſ. w. früher einmal Chondrin lieferten; aber die Möglichkeit beſteht doch, und dies mag allenfalls ein Anhaltspunkt für fernere Unterſuchungen ſein. Die Umwandlung von Knochenchondringewebe in Leimgewebe und von Rippenknorpelchondringewebe in Leimgewebe iſt durch Verſuche erwieſen.

Daraus folgt, daß in den Organen Chondrin das urſprüngliche, Leim ein ſecundäres Produkt iſt, und daß wir alſo zu unterſuchen haben, einmal wie Chondrin in Leim verwandelt wird, und ferner wie Chondrin ſelbſt entſteht.

Was den letzten Punkt betrifft, ſo kennen wir im Körper zwei Arten von Chondringeweben: eines, welches noch vor der Geburt ſich in Leimgewebe verwandelt (in den Knochen), ein anderes, welches während einer Reihe von Jahren beſteht und erſt im hohen Alter eine Veränderung erleidet. Dieſer merkwürdige Unterſchied läßt ſich chemiſch nicht erklären; er muß von der Form abhängig ſein, oder, wie wir zu ſagen pflegen, von der Organiſation.

Ferner iſt bemerkenswerth, daß die wahren Leimgewebe nicht alle Knochenſalze abſetzen, ſondern daß dieſe Fähigkeit allein das Knochenleimgewebe und das wahre Knorpelgewebe (in dem Alter) beſitzen, die Haut dagegen und ſeröſe Membranen, ſelbſt wahre Leimgewebe derſelben entbehren. Auch

dies läßt ſich chemiſch nicht erklären, ſondern muß Folge der Form, der Beſchaffenheit des Gewebes ſein *).

Die Erzeugung des Chondrins in jungen, noch nicht verknöcherten Knorpeln läßt ſich aus nichts Anderem, als aus einer Proteinverbindung ableiten; in dem Hühnchen, deſſen junge Knochen Chondrin enthalten, ſind die Hauptſtoffe Eiweiß und Oxyprotein mit Fetten; letztere nehmen an der Chondrinbildung nicht Theil. In dem Organismus mag man ſich die Entſtehung und Erhaltung des Chondrins aus denſelben Stoffen erklären, woraus es in jungen Individuen erzeugt wird.

Wenn wir einfach auf die procentiſche Zuſammenſetzung ſehen, ſo ſcheint das Chondrin ein Bihydrat von Proteintritoxyd zu ſein. Durch die Formel: $C_{40} H_{62} N_{10} O_{15} + 2 H_2 O$ laſſen ſich nämlich die Reſultate der Analyſen annähernd ausdrücken †). Aber davon abgeſehen, ſtimmt damit die Chlorverbindung des Chondrins durchaus nicht überein (p. 341), am wenigſten im Kohlenſtoffgehalt. Chondrin und Proteintritoxyd ſind nicht für dieſelben Stoffe zu halten.

Was nun die Bildung des Leimgewebes aus Chondrin betrifft, woran nicht zu zweifeln iſt, ſo kann ſie wenig von der des Leimgewebes aus Proteinverbindungen verſchieden ſein. Die Haut und die ſeröſen Membranen entſtehen direkt aus Proteinverbindungen, wahrſcheinlich ohne vorausgegangene Bildung von Chondrin, ſo wie es in dem Knochen- und dem wahren Knorpelgewebe geſchieht; aber die Chemie iſt nicht im Stande dies zu erklären: man kennt die Leimſubſtanz noch zu wenig und kennt auch noch keine andere Beziehung zwiſchen ihr und dem Protein, ausgenommen was wir in dem Leucin und dem Leimzucker p. 338 angeführt

*) Siehe Gewebe.

†) Man vergleiche die in der Note p. 326 und 340 mitgetheilten Verſuche.

haben. Um hierüber zu einer klaren Vorſtellung zu gelangen, ſind neue Verſuche erforderlich.

Farbſtoffe des Blutes.

Eine ſehr merkwürdige Subſtanz kommt in dem Blute der warmblütigen Thiere vor, welche vielleicht in dem Körper eine Hauptrolle ſpielt, deren Funktionen indeſſen noch unbekannt ſind, nämlich der rothe Farbſtoff des Blutes. Daß er für das thieriſche Leben nicht durchaus nothwendig iſt, ergiebt ſich daraus, daß er in manchen Thierklaſſen fehlt; bei Thieren, deren Bau zwar von allen denjenigen verſchieden iſt, deren Blut den rothen Farbſtoff enthält, aber welche doch mit den rothblütigen ſo Vieles in ihren Funktionen gemein haben, daß man jenen Farbſtoff nicht als weſentlichen Beſtandtheil der Thiere anſehen darf. Er ſoll überall thätig ſein, wo die Reſpirationsorgane bei den Thieren ausgebildeter ſind. Er kommt in den Pflanzen nicht vor und kann daher durch ſie auch den Thieren nicht mitgetheilt werden; der thieriſche Körper muß ihn ſelbſt produciren, und zwar aus den pflanzenartigen Nahrungsſtoffen, wenigſtens bei ſolchen warmblütigen Thieren, welche nichts anderes als Pflanzen verzehren. Wie er entſteht, iſt für jetzt noch unbekannt, und dieſe Unkenntniß iſt Urſache, daß noch ein dichter Schleier viele Funktionen des Lebens unſerm Auge verdeckt.

Jener Farbſtoff iſt in Bläschen eingeſchloſſen, welche in unzähliger Menge in dem Blute vorkommen und Blutkörperchen heißen. Er wird von den Wänden jener Bläschen zurückgehalten und nur in geringer Menge hier und da hindurchgelaſſen, ſo daß zwar der größte Theil deſſelben von den Blutkörperchen umſchloſſen und dort in einer Flüſſigkeit vertheilt iſt, aber ein anderer Theil auch außerhalb derſelben in dem Blutſerum angetroffen wird.

Man hat allgemein angenommen, der Farbſtoff komme

in dem Blute in zwei verſchiedenen chemiſchen Zuſtänden vor; nämlich in dem arteriellen Blute mit einem Uebermaaß von Sauerſtoff, in dem venöſen reich an Kohlenſtoff oder Kohlenſäure. Hierfür wird als Grund angeführt, daß das arterielle Blut hellroth, das venöſe dunkler iſt, daß letzteres durch Sauerſtoff ſeine dunkele Farbe verliert und ebenfalls hellroth wird, und daß in den Laugen, wo venöſes Blut ſich in arterielles verändert, Sauerſtoff aufgenommen, Kohlenſäure entwickelt wird, und hat daraus geſchloſſen, daß der Farbſtoff des arteriellen Blutes von dem des venöſen wirklich chemiſch verſchieden ſei.

Es ſind übrigens ſchon lange Thatſachen bekannt geweſen, welche beweiſen, daß die hellrothe Farbe nicht nothwendig vom Sauerſtoff, und die dunklere nicht immer von Kohlenſäure oder Kohlenſtoff herrühren, indem außer dem Sauerſtoff auch andere Subſtanzen im Stande ſind, dieſelbe Farbenveränderung hervorzubringen. Dazu gehören manche Auflöſungen neutraler Salze, welche keinen Sauerſtoff abgeben, z. B. Salpeter, ſchwefelſaures Natron und viele andere. Venöſes Blut, damit gemengt, erhält eine eben ſo ſchön rothe Farbe, wie wenn man es dem Einfluſſe des Sauerſtoffs ausgeſetzt hat; und der Schluß iſt daher gerechtfertigt, daß die Farbenveränderungen des Blutes in den Lungen keineswegs mit einer verſchiedenen chemiſchen Zuſammenſetzung des Farbſtoffs im Zuſammenhange zu ſtehen brauchen.

Aus geronnenem Blute wird durch eine verdünnte Auflöſung von Schwefelſäure oder Ammoniak in Alkohol der Farbſtoff ausgezogen und in noch größerer Menge erhalten, wenn man Blut mit ſchwefelſaurem Natron vermiſcht und die nach einiger Zeit auf dem Boden angeſammelte Schicht Blutkörperchen mit Alkohol und Schwefelſäure auszieht.

Der Farbeſtoff des Blutes theilt die Eigenſchaft des Proteins, ſich mit Säuren und Alkalien zu vereinigen; eine Eigenſchaft, welche die unendliche Reihe der in dem thieriſchen

Körper vorkommenden Verbindungen bedeutend vermehrt. Er iſt im Waſſer, Alkohol und Aether, Säuren und Alkalien beinahe unauflöslich, löſt ſich aber in ſäure- oder alkalihaltigem Alkohol auf. In dieſem Zuſtande, gereinigt von der beigemengten Proteinſchwefelſäure, wird er von den Chemikern coagulirter Farbſtoff genannt; uncoagulirt iſt er übrigens nicht darſtellbar. Jene Bezeichnung ſtützt ſich auf eine Eigenſchaft, welche man früher für den albuminhaltigen Farbſtoff gefunden hatte, eine Eigenſchaft, welche nur dem Eiweiß, nicht dem Farbſtoff zukommt. Da er in ſchwefelſäure- und ammoniakhaltigem Alkohol auflöslich iſt, ſo kann man ihn ſchwerlich coagulirt nennen. Er beſitzt ſelbſt in verdünnter Auflöſung eine dunkle Farbe und zeigt alle Eigenthümlichkeiten des venöſen Farbſtoffs, obgleich er bei ſeiner Abſonderung ſtets mit der Luft in Berührung, und alſo in dem Zuſtande des arteriellen Hämatins geweſen iſt.

Es iſt nach der Bereitungsweiſe unwahrſcheinlich, daß der Farbſtoff des Blutes dabei eine Veränderung erleidet. Sollte eine Veränderung Statt finden, ſo würde es dieſelbe ſein, wodurch venöſes Blut in arterielles übergeht.

Aus dem Blute verſchiedener Thiere, auf die angegebene Weiſe dargeſtellt, hat er immer dieſelbe Zuſammenſetzung gegeben, mochte dazu arterielles oder venöſes Blut angewandt ſein:

$$C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6\ Fe\ *)$$

---

*) Bulletin 1839, p. 74.

	I.	II.	III.	IV.	V.
C	66,49	65,91	66,20	65,73	65,90
H	5,30	5,27	5,44	5,28	5,27
N	10,54		10,46	10,57	10,61
O	11,01		11,15	11,97	
Fe	6,66	6,58	6,75	6,45	

I iſt aus arteriellem Ochſenblute.
II aus demſelben.
III aus demſelben.
IV aus venöſem Ochſenblute.

Die von Manchen beobachtete Veränderlichkeit des Eiſengehaltes iſt ſchlecht angeſtellten Verſuchen zuzuſchreiben; er iſt conſtant, wenn die Verbindung richtig dargeſtellt war. Das Eiſen iſt darin als Element in chemiſcher Verbindung enthalten, aber kann daraus abgeſchieden werden. Wird z. B. Hämatin, in Waſſer vertheilt, der Einwirkung von Chlor ausgeſetzt, ſo wird das Eiſen von der gebildeten Salzſäure ausgezogen und aufgelöſt; dabei wird 1 Aeq. Eiſen durch 6 Aeq. chlorige Säure erſetzt. Der nun nicht mehr roth, ſondern weiß gefärbte Stoff beſteht aus *):

$$C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6 + 6\ (Cl_2\ O_3).$$

Noch auf andere Weiſe läßt ſich das Eiſen daraus entfernen, und zwar ſo daß ein rother Farbſtoff übrig bleibt; man vermiſcht nämlich trocknes Blut mit concentrirter Schwefelſäure, läßt es einige Zeit zuſammen ſtehen und fügt Waſſer hinzu. Unter Waſſerſtoffgasentwickelung bildet ſich ſchwefelſaures Eiſenoxydul, was durch die gewöhnlichen Reagentien erkannt werden kann. Das gut ausgewaſchene Blut mit Alkohol und Schwefelſäure ausgezogen, liefert eiſenfreies rothes Hämatin, in Verbindung mit Proteinſchwefelſäure. Van Goudoever hat für dieſe Verbindung von verſchiede-

---

V aus gemengtem Schafblute.

	At.	ber.
C	44	65,84
H	44	5,37
N	6	10,40
O	6	11,75
Fe	1	6,64

*) Bulletin, 1839, p. 411.

	gef.	At.	ber.
C	37,34	44	36,46
H	3,01	44	2,98
N	5,89	6	5,76
O	24,34	24	26,62
Cl	29,42	12	28,78

nen Darſtellungen eine conſtante Zuſammenſetzung gefunden, welche durch folgende Formel ausgedrückt wird:

$$C_{84}\ H_{114}\ N_{16}\ O_{22}\ S\ O_3 =$$
$$C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6 + C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12},$$
$$S\ O_3 + 4\ aq.\ *)$$

Wird Hämatin auf die erſtgenannte Weiſe, d. h. eiſenhaltig und frei von Protein und Schwefelſäure dargeſtellt, mit concentrirter Schwefelſäure übergoſſen, einige Tage damit in Berührung gelaſſen und dann Waſſer hinzugefügt, ſo entwickelt ſich ebenfalls Waſſerſtoff, und die Flüſſigkeit enthält ſchwefelſaures Eiſenoxydul. Auf dieſe Weiſe läßt ſich alles Eiſen auflöſen, und die organiſchen Elemente

$$C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6$$

bleiben in chemiſcher Verbindung zurück †).

Das Eiſen iſt alſo ein Beſtandtheil des Hämatins und zwar ein ſolcher, der daraus weggenommen werden kann, übrigens nicht, ohne zugleich die Natur des Farbſtoffs zu verändern.

Man hat ſich das Eiſen ſehr loſe mit dem Farbſtoff verbunden gedacht, ſo daß es bei der Reſpiration oxydirt und desoxydirt werden kann, ohne daß die eigentlichen organiſchen Beſtandtheile des Farbſtoffs daran Theil nehmen. Daß übrigens die bei der Reſpiration in Kohlenſäure verwandelte Sauerſtoffmenge nicht durch das Eiſen aufgenom-

---

*) Scheik. Onderz., Deel II, p. 137

	gef.	At.	ber.
C	56,963	84	57,08
H	6,799	114	6,32
N	12,675	16	12,59
O	19,143	22	19,56
SO_3	4,420	1	4,45

†) Scheik. Onderz., Deel II, p. 151.

	gef.	At.	ber.
C	70,18	44	70,49
H	5,92	44	5,76
N		6	11,16
O		6	12,59

men und durch den Körper geführt wird, ist zweifellos, da das Blut eine viel zu geringe Quantität Hämatin enthält, um allen Sauerstoff, welcher bei der Respiration absorbirt wird, mit sich verbinden zu können.

Ferner ist das Eisen so innig mit den vier organischen Elementen des Farbstoffs verbunden, daß man gut bereitetes Hämatin viele Tage lang mit verdünnter Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure digeriren kann, ohne den Eisengehalt im Mindesten zu verringern. So behandeltes Hämatin hat mir nach der Verbrennung noch 9,49% Eisenoxyd gegeben; dies ist die constante Menge, welche immer beim Glühen von gut bereitetem Hämatin zurückbleibt.

Es ist also unrichtig, anzunehmen, daß man das Eisen aus dem Blute wegnehmen kann, ohne zugleich die Natur des Farbstoffs zu verändern.

Liebig stützt sich auf die Beobachtung, daß sich aus getrocknetem Blute durch verdünnte Säuren Eisen auflösen läßt; aber auch in anderen Bestandtheilen des Blutes außer dem Farbstoffe kommt Eisen vor. Reines Serum hinterläßt ebenso wie Eiweiß der Eier beim Glühen eine eisenhaltige Asche. Es ist dies Eisenoxyd, welches verdünnte Säuren aus getrocknetem Blute ausziehen, und keineswegs, wie Liebig meint*), das des Farbstoffs.

In dem reinen Farbstoff muß man sich das Eisen in dem Zustande enthalten denken, wie es im arteriellen Blute vorkommt. Darin kann es nun als Eisenoxyd (Eisensäure von Fremy läßt sich darin nicht wohl annehmen) oder als organischer Bestandtheil mit Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff verbunden sein, also nicht als Oxyd, sondern als Eisen.

Bei der leichten Veränderlichkeit des Eisens, welches nach Liebig als kohlensaures Eisenoxydul sich in Eisenoxyd

*) Thierchemie, holländische Ausgabe von Dr. Donders, p. 235.

verwandelt (wenn das venöſe Blut in die Lungen tritt) und als Eiſenoxyd wieder in kohlenſaures Eiſenoxydul zurückgeht (wenn das arterielle Blut in dem Capillarſyſtem venös wird), müßte durch eine verdünnte Säure alles Eiſen aus dem Farbſtoff ausgezogen werden können, was nicht im Mindeſten der Fall iſt.

Eine abwechſelnde Veränderung des Eiſens in kohlenſaures Oxydul und in Eiſenoxyd bei der Reſpiration iſt alſo unmöglich.

Dazu kommt noch ein anderer Umſtand, der unwiderleglich beweiſt, daß das Eiſen in dem der Luft ausgeſetzten Farbſtoffe und alſo in dem Zuſtande, wie er im arteriellen Blute vorkommt, nicht als Oxyd enthalten iſt; es wird nämlich durch concentrirte Schwefelſäure unter Waſſerſtoffentwickelung daraus aufgelöſt, was nicht geſchehen könnte, wenn Eiſenoxyd darin enthalten wäre; ferner bleiben von $C_{44}H_{44}N_6O_6Fe$ nach der Abſcheidung des Eiſens $C_{44}H_{44}N_6O_6$ übrig, während dieſe Verbindung nur $O_4{}^1/_2$ enthalten könnte, wenn wirklich Fe_2O_3 mit 2 ($C_{44}H_{44}N_6O_4{}^1/_2$) verbunden geweſen wäre *).

Ich halte es deshalb für ausgemacht, daß das Eiſen nicht als Oxyd in dem Blute enthalten iſt, ſondern ebenſo, wie etwa das Jod im Schwamm, der Schwefel im Cyſtin, oder um mich noch deutlicher auszudrücken, wie das Arſenik im Kakodyl.

$C_4H_{12}As_2$ Kakodyl

$C_4H_{12}As_2 + O$ Alkarſin

$C_4H_{12}As_2 + O_3 +$ aq. Alkargen.

Dieſe von Berzelius über die Natur der von Bunſen entdeckten Verbindungen zuerſt ausgeſprochene Anſicht

*) Die Trennung des Eiſens vom Farbſtoff vermittelſt concentrirter Schwefelſäure geht äußerſt ſchwierig von Statten; nur durch wiederholte Behandlung mit Schwefelſäure, Vermiſchen mit Waſſer und anhaltendes Auswaſchen kann es abgeſchieden werden.

kann die Funktion des Farbſtoffs im Blute, wenn wirklich Sauerſtoff in den Lungen davon aufgenommen wird, erklären.

Erinnern wir uns übrigens, was wir ſo eben über die Veränderung der rothen Farbe des venöſen Blutes durch Salze, welche keinen Sauerſtoff abgeben, mitgetheilt haben, ſo ſehen wir, daß wenig Grund vorhanden iſt, eine chemiſche Veränderung des Farbſtoffs in den Lungen für wahrſcheinlich zu halten. Der einzige Grund, worauf ſich dieſe Anſicht ſtützt, iſt die rothe Färbung des Bluts in den Lungen, und dieſelbe Erſcheinung bringt eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Natron eben ſo gut hervor als Sauerſtoff. Dieſer Grund iſt alſo ſchwach und kann dem chemiſchen Verhalten des Blutes, welches dafür ſpricht, daß das Eiſen darin in einem unveränderlichen Zuſtande enthalten ſei, nicht entgegengeſetzt werden.

Die Unwahrſcheinlichkeit einer Oxydation des Farbſtoffs in den Lungen iſt durch viele alte, überall recitirte Verſuche und durch einige neue von Scheerer ferner beſtätigt *).

Schön rothgefärbtes friſch geſchlagenes Ochſenblut, mit 2 — 3 Vol. Waſſer gemengt, wird dunkelroth. Leitet man Sauerſtoff durch die Flüſſigkeit, ſo bleibt die dunkle Farbe unverändert; fügt man aber ein wenig Milch, Oel, fein gepulverte Kreide oder Gyps hinzu, ſo wird ſie wieder hellroth.

Jene Verſuche beweiſen, daß die helle Farbe des Bluts von anderen Urſachen als von einer Oxydation abhängt; die dunkle Färbung von anderen, als Kohlenſäure oder Kohlenſtoff. Ein Blick auf dieſe Verſuche lehrt, daß die hellrothe Farbe mit der Gegenwart weißer, in der Flüſſigkeit ſuspendirter Theilchen im Zuſammenhange ſteht. Das Mikroſkop hat dieſe Anſicht beſtätigt.

*) Zeitſchrift für rationelle Medicin, Bd. I. p. 28. Die meiſten der bis jetzt von Scheerer angeſtellten Verſuche findet man unter andern bei Muller, Phyſiologie, Bd. I, p. 310. Simon, medic. Chemie, Bd. II, p. 101.

Der Farbſtoff iſt zum größten Theil in den Blutkörperchen enthalten. Schon Hewſon hat dies und die folgenden Thatſachen im Jahre 1587 entdeckt *).

Wenn die Farbe des Blutes hellroth iſt, ſo ſind die Bläschen biconcav. Sie reflektiren dann viel Licht und bringen dieſelbe Erſcheinung hervor, wie feine Kreide, Milch u. ſ. w. Iſt die Farbe des Blutes dunkel, ſo ſind die Blutkörperchen biconver, oder ihre Hülle iſt ſo dünn, daß ſie alles Licht hindurchlaſſen; oder ſie ſind auch ganz aufgelöſt und der Farbſtoff in dem Blutwaſſer vertheilt. Dies geſchieht, wenn man hellrothes Blut mit Waſſer verdünnt. Die Blutkörperchen dehnen ſich dabei aus, werden biconver, ſphäriſch, die Hülle wird dünner und verſchwindet endlich, wobei der Farbſtoff ſich in dem Blutwaſſer vertheilt.

Wird das Waſſer nicht ſo lange mit den Blutkörperchen in Berührung gelaſſen, ſondern mengt man, ſobald die Farbe etwas dunkler geworden iſt, eine geſättigte Löſung eines neutralen Salzes hinzu, ſo kommen die Blutkörperchen wieder deutlich zum Vorſchein und werden wiederum biconcav. Sie contrahiren ſich, oder beſſer, das durch das Häutchen eingedrungene Waſſer vereinigt ſich exosmotiſch mit der Salzauflöſung, und die Farbe wird heller. Es iſt klar, daß, wenn man mit dem Zuſetzen der Salzauflöſung zu lange ſäumt, die rothe Farbe nicht wieder hergeſtellt werden kann, weil die Häutchen der Blutkörperchen zu ſehr ausgedehnt, oder gar aufgelöſt und verſchwunden ſind. Alsdann kann Kreide u. ſ. w. noch die rothe Farbe herſtellen, wenn ſchon keine Blutkörperchen mehr in der Flüſſigkeit zu entdecken ſind. Reibt man ein Stück Blutkuchen mit einer Salzauflöſung zuſammen, ſo erhält man ein hellrothes Liquidum, welches, in ein Cylinderglas geſchüttet, eine hellrothe Schicht

*) Siehe Schultz, über die Hewſon'ſchen Unterſuchungen der Blutbläschen. Leipzig, 1835.

vom Blutkörperchen abſetzt; darüber ſteht eine blaßrothe Flüſſigkeit, worin man keine oder nur wenig Blutkörperchen mehr findet. Gießt man die obere Schicht ab und verſetzt die untere hellrothe mit Waſſer, ſo verſchwinden die Blutkörperchen und die Farbe wird dunkler.

Läßt man Blut in einer Salzauflöſung einige Tage ſtehen, ſo nimmt die hellrothe Maſſe allmälig eine dunkle Farbe an. Es wird viel kohlenſaures Ammoniak gebildet, während die Blutkörperchen ſich verändern, beutelartig werden und ſich zerſetzen.

Leitet man in friſches Blut, deſſen Blutkörperchen biconcav ſind, Kohlenſäure, ſo werden ſie biconver, und das Blut färbt ſich dunkelroth.

Die Verſuche von Scheerer und Anderen liefern den Beweis, daß bei der Reſpiration Oxydation des Farbſtoffs nicht Statt zu finden braucht, und das Blut doch ſeine dunkle Farbe verlieren und hellroth werden kann.

An dieſe Verſuche reihen ſich noch einige andere von E. J. W. von Baumhauer, welche unter meinen Augen vorgenommen ſind.

Geronnenes Ochſenblut in Stücken der Luft ausgeſetzt, wird überall roth, wo es damit in Berührung kommt. Taucht man ſolche rothe Maſſen in das alkaliſche Serum, ſo werden ſie wieder dunkel; der Luft aufs Neue ausgeſetzt, färben ſie ſich abermals roth. Unter Waſſer werden ſie wieder dunkel.

Dunkles geronnenes Ochſenblut wird in einer Auflöſung von Jodkalium und ſchwefelſaurem Natron ſehr hellroth; in Salpeter, ſchwefelſaurem Kali und Chlornatrium ebenfalls, aber in geringerem Grade; unter Waſſer dunkler, ebenfalls durch eine Säure.

Hellrothe Stücke, in ſehr verdünntes Kali und Ammoniak gelegt, werden ſogleich ſchwarz. Sie ſchwellen dabei

auf und werden gallertartig; Natron, Kalk und Barytwasser wirken auf gleiche Weise, aber langsamer.

Solche Massen werden ebenfalls schwarz in kohlensäurehaltigem Wasser, in sehr verdünnten Auflösungen von Weinsteinsäure, Oxalsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Essigsäure, Salpetersäure und Borsäure, in ersterem am stärksten, in letzterer am wenigsten.

Die genannten Salzauflösungen coaguliren das Globulin, die Säuren lösen es auf, nachdem sie es in einen gallertartigen Zustand versetzt haben; die Alkalien ebenfalls. Dies kann wenigstens von dem Globulin angenommen werden, nach den Eigenschaften, die man vom Fibrin kennt.

Suchen wir uns nun von der Farbenveränderung des Blutes in den Lungen Rechenschaft zu geben, in der Voraussetzung, daß der Farbstoff dabei keine Veränderung erleidet.

Der Farbstoff ist fast ganz in dünne Membranen, die Blutkörperchen in Zellen, meist mit ihren Kernen versehen, eingeschlossen.

Jene Zellenmembranen bestehen aus einer Proteinverbindung; nicht aus Albumin, sondern entweder aus einer Substanz, woraus sich beim Coaguliren des Blutes Fibrin erzeugt, und welche durch Auflösung der Membranen sich in dem Serum vertheilt, oder aus einer besonderen Proteinverbindung, dem Globulin.

Im Blute ist der bei der Coagulation Fibrin erzeugende Stoff aufgelöst.

Die Proteinverbindungen, besonders die Fibrin bildende Substanz, haben die Eigenschaft, mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung, zwei Oxyde zu bilden: $C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}$ und $C_{40}H_{62}N_{10}O_{15}$. Eine solche Verbindung findet man in der Entzündungshaut *). Oxydirt sich die Proteinverbindung zu

*) Siehe oben p. 326, 327.

den beiden genannten Oxyden, so wird sie, wie man sagt, plastisch; sie erhält eine Neigung, fest zu werden, schließt sich an feste Körper an und legt sich als eine dünne Schicht um die Zellenmembran der Blutkörperchen.

Nach der Respiration besteht demnach die äußerste Hülle der Zellenmembran der Blutkörperchen aus derselben Substanz, welche die Entzündungshaut bildet, sie muß weniger durchscheinend, weiß sein.

So verhält es sich in dem arteriellen Blute. In dem Capillarsystem wird die äußerste weiße Schicht jener Zellenmembran zum Stoffwechsel verbraucht und verschwindet wieder; das übrig Bleibende, von der weißen Schicht befreit, ist wieder durchscheinend geworden und zeigt den ursprünglich dunklen Farbstoff; während dieser in den arteriellen Blutkörperchen durch die weiße Hülle hindurch ebenso hoch roth erscheinen muß, als dunkelrothes Blut in einem Gefäß von Milchglas, wie Scheerer bemerkt hat *).

Eine andere Beobachtung können wir uns hierbei zu Nutze machen, nämlich daß die hellrothen Blutkörperchen biconcav, die dunkelrothen biconvex sind. Bekanntlich hat die Entzündungshaut ein Bestreben, sich zu kräuseln, concav zu werden. Erhalten die Blutkörperchen in den Lungen wirklich eine Hülle von Proteinoxyd, so muß letztere jenen eine ähnliches Ansehen geben, welches wir bei der Entzündungshaut beobachten. Daraus erklärt sich zugleich die Biconcavität der Blutkörperchen. Bei der Bildung einer Entzündungshaut ist die Neigung der Speckhaut, concav zu werden, so groß, daß der Blutkuchen in der Mitte dadurch ganz niedergedrückt wird. Insofern also eine Reflexion des Lichtes bei den hellrothen Blutkörperchen und eine Durchlas-

*) Wie sehr thierische Gewebe die Farbe des Hämatins modificiren, beweist die blaue Farbe, welche das dunkle venöse Blut annimmt, wo es durch die Venen, die Haut u. s. w. hindurchscheint.

ſung bei den dunkelrothen Blutkörperchen in Rechnung kommt, iſt ſie zum Theil aus jener Erſcheinung zu erklären.

Endlich bemerkt Scheerer ganz richtig, daß man bei den venöſen Blutkörperchen keine andere Geſtalt, als bei den arteriellen wahrnimmt, aber daß daraus nicht folgt, daß keine Verſchiedenheit ſtattfindet, da die dünne Schicht venöſen Blutes, unter das Mikroſkop gebracht, ſo ſehr der Luft ausgeſetzt iſt, daß ſie in arterielles Blut verwandelt ſein muß.

Die ganze Erſcheinung des Rothwerdens des venöſen Blutes in den Lungen halte ich nicht mit Scheerer für eine gemeinſchaftliche Folge des Verluſtes der Kohlenſäure und des Waſſers, der Sauerſtoffabſorption und der Aufnahme des milchweißen Chylus in dem ductus thoracicus, ſondern für eine einfache Folge der Bildung von Proteinoxyd.

Auf dieſe Weiſe läßt ſich die dunkle Farbe des Pfortaderblutes, welche man früher dem Kohlenſtoff zuſchrieb, als ob Holzkohle in dem Blut enthalten wäre, aus der Beſchaffenheit der Zellenmembran der Blutkörperchen einfach ableiten. Eine geringe Menge Kohlenſäure (oder auch Alkali) mehr in dem Pfortaderblute, erklärt die dunklere Farbe, inſofern die Membran der Blutkörperchen durch mehr Kohlenſäure (oder mehr Alkali) gallertartiger, durchſcheinender wird.

Verdünnte Säuren löſen bekanntlich Fibrin und Albumin auf, nachdem ſie ihm zuvor eine gallertartige Beſchaffenheit mitgetheilt haben *). Leitet man alſo durch hellrothe im Waſſer vertheilte Blutkörperchen Kohlenſäure, ſo wird die weiße Hülle durchſcheinend, gallertartig, und die urſprüngliche dunkelrothe Farbe des Hämatins tritt deutlicher hervor. Dieſe Veränderung, künſtlich hervorgebracht, hat, obgleich ſie die dunkle Färbung des Blutes in dem Capillarſyſtem zu erklären ſcheint, dennoch nichts gemein mit dem Proceſſe,

*) Scheik. Onderz,. D. I, p. 576.

welcher in dem Capillarſyſtem vor ſich geht, wo die freigewordene Kohlenſäure ſich unmittelbar mit dem Alkali des Blutes vereinigt, ohne das Serum ſauer zu machen, was beim Hindurchleiten der Kohlenſäure durch Blutwaſſer geſchieht. Die Kohlenſäure kann alſo in dem venöſen Blute die Membran der Blutkörperchen nicht durchſcheinend machen und alſo auch keineswegs zu den Urſachen ſeiner dunklen Farbe gezählt werden. Aus demſelben Grunde können die Blutkörperchen in dem arteriellen Blute unmöglich diejenige Form haben, mit der wir ſie im Blutwaſſer finden, wodurch man einen Ueberſchuß von Kohlenſäure geleitet hat.

In dem venöſen Blute muß man eine dünne Membran, ein rothes Zellchen finden; in dem mit Kohlenſäure künſtlich geſättigten Blutwaſſer eine gallertartige durchſcheinende Zellenmembran.

Endlich iſt das Rothwerden des dunkeln Blutes durch concentrirte Salzauflöſung ohne Zweifel Folge einer Art Coagulation der Zellenmembran der Blutkörperchen, und ſteht mit der Röthung des Blutes durch Sauerſtoff in keinem urſächlichen Zuſammenhange, außer inſofern, als in beiden Fällen die Membran weiß wird. In dem einen Falle entſteht das Weiß durch Oxydation und wahrſcheinlich durch Condenſation einer neuen Schicht auf ihrer Oberfläche; im letzten Falle durch Contraction oder Coagulation der Membran ſelbſt. Die Eigenſchaft des Globulins, durch ſchwefelſaures Natron, Salpeter u. ſ. w. ſich zu contrahiren, iſt ſehr wichtig. Sie liefert den ſtärkſten Beweis für die beſondere Exiſtenz des Globulins und lehrt, daß daſſelbe an dem Stoffwechſel keinen großen Antheil nimmt.

Ich habe anderswo *) nachgewieſen, daß die Proteinverbindungen des Bluts in den Lungen Sauerſtoff aufnehmen. Der Farbſtoff ſpielt vielleicht keine weſentliche Rolle

*) Scheik. Onderz., D. 1. p. 330.

bei der Reſpiration; wenigſtens wird ſeine Farbe durch Sauerſtoff oder Kohlenſäure nicht im Mindeſten, durch Stickoxydul nicht bedeutend und durch Schwefelſäure und Schwefelwaſſerſtoff faſt gar nicht verändert, wie aus den mit reinem Farbſtoff ausgeführten Verſuchen hervorgeht *), Verſuche, welche mich früher an der Oxydation des Farbſtoffs in den Lungen immer zweifeln ließen **).

Wo das Hämatin entſteht und was daraus wird, iſt ſchwer zu beantworten. Daß es ein Secret der Blutbläschen iſt, erleidet keinen Zweifel, und da dieſe aller Wahrſcheinlichkeit nach aus Lymphkügelchen erzeugt werden †), ſo geſchieht die Bildung des Farbſtoffs in dem Kreiſe des Blutumlaufs ſelbſt auf Koſten der Beſtandtheile des Blutes.

Daß er regenerirt, conſumirt und abermals reproducirt wird, iſt ebenſo zweifellos, als es von allen organiſchen Beſtandtheilen des Körpers gilt. Aber zu welchen Zwecken er verwandt wird, iſt jetzt, nachdem die frühere Anſicht über ſeine Funktion bei der Reſpiration widerlegt iſt, zweifelhaft. Welche Metamorphoſen er in dem Körper erleidet, iſt alſo auch unbekannt. Wahrſcheinlich hat man indeſſen ſeine Zerſetzungsprodukte in der Galle zu ſuchen, deren Bilifulvin von Hämatin herrühren mag, welches ſeine Funktion in dem Körper erfüllt hat.

Eine ſchnelle Regeneration deſſelben iſt nicht anzunehmen; ganz in Bläschen eingeſchloſſen tritt es nur dann heraus, wenn die Wände der Bläschen ſelbſt aufgelöſt werden. Die Blutkörperchen ſind, wie es ſcheint, im hohen Grade beſtändig.

---

*) Bulletin 1439, p. 79.

**) Bulletin 1839, p. 82.

†) Julius Vogel will die Bildung der Blutkörperchen in fungus medullaris beobachtet haben: Icones Histologiae Pathologicae, Tab. 5; ich halte dies für unwahrſcheinlich.

Die letzte zu beantwortende Frage iſt die, ob das Hämatin unverbunden, oder ob es in irgend einer chemiſchen Verbindung in den Blutkörperchen vorhanden iſt.

Wir kennen eine durch Schwefelſäure aus dem Blut erhaltene conſtante Verbindung von Proteinſchwefelſäure mit eiſenfreiem Hämatin. Aus dieſem Grunde iſt es wahrſcheinlich, daß es in den Blutkörperchen mit einer Proteinverbindung chemiſch vereinigt vorkommt, was darin fernere Beſtätigung findet, daß rothes Serum, durch Wärme coagulirt, den Farbſtoff hartnäckig zurückhält u. ſ. w.

Aber die Natur jener Verbindung und ihr phyſiologiſches Verhalten iſt gänzlich unbekannt.

Was im Obigen über den Farbſtoff des Blutes geſagt iſt, ſoll nur dazu dienen, die gegenwärtigen Anſichten über ſeine Funktion zu modificiren; er ſpielt wahrſcheinlich in dem Organismus keine Hauptrolle, und ſeine Beſprechung gehört deshalb eigentlich nicht an dieſe Stelle. Von einem phyſiologiſch chemiſchen Standpunkte aus hält man ihn für wichtig; er iſt dies wahrſcheinlich nicht.

Die hier aufgezählten Körper ſetzen, ſoweit wir jetzt wiſſen und mit großer Wahrſcheinlichkeit annehmen dürfen, das Pflanzen- und Thierreich in ihren Haupttheilen zuſammen. Aber die Zahl der Stoffe, welche außerdem in beiden Reichen vorkommen, iſt faſt unzählig. In den Pflanzen findet man Säuren der verſchiedenſten Art, gefärbte Stoffe, ſtickſtofffreie bittere Subſtanzen, flüchtige Oele, Harze; aber ſie gehören nicht zu den allgemeinen Beſtandtheilen derſelben. Wir kommen daher darauf zurück, wenn von den verſchiedenen Funktionen der Pflanzen die Rede ſein wird, Funktio-

nen, deren Produkte ſie ſind. Unter den thieriſchen Stoffen giebt es übrigens ſehr viele, welche bei der Funktion gewiſſer Organe eine wichtige Rolle ſpielen; dazu gehören namentlich die abgeſonderten Stoffe; ſie ſind Zerſetzungsprodukte der allgemeinen Beſtandtheile des thieriſchen Körpers und verdienen daher eine beſondere Beachtung. Ueber ſie wird in dem Capitel, welches über jene Funktionen handelt, die Rede ſein.

VII. Beſtandtheile des organiſchen Reichs mit eigenthümlichen Formen.

Elementarform der Organe.

Wir haben in dem vorhergehenden Abſchnitte die allgemeinen Beſtandtheile des organiſchen Reichs betrachtet; und obgleich dabei die eigenthümliche Geſtalt derſelben ſchon berückſichtigt wurde, ſo verdient die Form doch noch eine ſpecielle Betrachtung, namentlich die Form derjenigen Stoffe, woraus die kleinſten Theile der Organe beſtehen, und welche bald einfache organiſche Körper, bald Verbindungen mehrerer unter einander ſind.

Die organiſirten Körper ſind dadurch charakteriſirt, daß ſie gewiſſe Funktionen erfüllen und, was damit zuſammenhängt, daß ſie in einer unaufhörlichen Veränderung begriffen ſind, während die unorganiſirten Verbindungen, wenn nicht äußere Urſachen mitwirken, in dem einmal angenommenen Zuſtande fortwährend verharren.

Der Begriff des Wortes Funktion iſt an und für ſich klar; wir verſtehen darunter im Allgemeinen die Eigenſchaft, nach Außen hin eine Veränderung zu Wege zu bringen; dieſe mag ſich nun auf die Erzeugung eines neuen Körpers beziehen oder in der Hervorbringung einer einfachen Bewegung beſtehen.

Solche Kraftäußerungen, welcher Art ſie auch ſind, gehen nicht bloß von einer Summe von Organen aus, ſondern

sie gehören den organischen Molekulen an, deren jedes mitwirkt, um eine Einheit hervorzubringen, welche als selbstständiges Ganzes auftritt und deren Funktionen als die Summe der Kräfte, welche den constituirenden Molekülen angehören, betrachtet werden müssen (S. 86).

Wenn wir erwägen, wie klein die Zahl der Stoffe ist, welche wir als die entfernteren Bestandtheile des organischen Reichs ansehen, und mit wie geringen Mitteln so unendliche Mannigfaltigkeit erzielt wird, so werden wir leicht die Ueberzeugung gewinnen, daß die Materie mit allen ihren chemischen Eigenschaften allein nicht im Stande ist, solche Mannigfaltigkeit hervorzurufen. Zwei scheinbar identische Pflanzenstoffe treten nicht nur in verschiedenen Formen auf, sondern bringen auch z. B. in Papaver ganz andere Verbindungen hervor, als in Aconitum oder Quercus; sie erzeugen sogar in verschiedenen Organen derselben Pflanze verschiedene Produkte. Dieselben Erscheinungen finden wir auch im thierischen Organismus.

Führen jene Beobachtungen zu dem Schlusse, daß die Funktion eines organischen Wesens nicht unmittelbare Folge einer rein chemischen Kraft ist, so muß doch festgehalten werden, daß von allen Veränderungen, welche wir bei der Materie wahrnehmen, der letzte Grund in der chemischen Natur derselben selbst liegt.

Wenn aber die Materie mit den ihr inwohnenden Kräften nur dann im Stande ist, jene Erscheinungen hervorzubringen, sobald sie eine bestimmte Form angenommen hat, so ist letztere zur Erfüllung der Funktion ebenso nothwendig, wie sie von der chemischen Natur der die Form bildenden Substanz abhängt. Wird ein vegetabilisches oder animalisches Gewebe durch eine mechanische Gewalt zerrissen, oder ein einfaches Zellenhäutchen von einem scharfen Körper verletzt, so hat die normale Funktion des Gewebes und Zellenhäutchens von diesem Augenblicke an ein Ende.

Erfolgreiche neuere Unterſuchungen haben jene Schlüſſe vollkommen beſtätigt, und es iſt ſeitdem über allen Zweifel erhoben, daß in der organiſchen Welt die Form von ebenſo großer Bedeutung iſt als die Materie. Man hat beobachtet, daß geringe materielle Unterſchiede die Bildung verſchiedener Formen veranlaſſen, und daß anderſeits kleine Differenzen in der Form weſentliche materielle Verſchiedenheiten zur Folge haben. Form und Materie ſind daher in der Werkſtätte der Natur von einander ſo unzertrennlich, daß ſich kaum beſtimmen läßt, was erſte und was letzte Urſache iſt.

In dieſer Beziehung ſind die mikroſkopiſchen Beobachtungen von unſchätzbarem Werthe, da ſie uns über den Bau der größeren Organe wie über die Struktur auch der feinſten Gewebe belehren und über die Formen Aufſchlüſſe geben, welche bei ſcheinbar gleicher chemiſcher Beſchaffenheit ſo verſchiedene Eigenſchaften beſitzen.

Aus dem Satz, daß gleiche Urſachen gleiche Wirkungen hervorbringen, folgt, daß ein und dieſelbe Subſtanz nur eine Form annehmen kann, und daß einer Formverſchiedenheit materielle Unterſchiede zum Grunde liegen müſſen. Letztere können natürlich mannichfacher Art ſein, was die Erfahrung beſtätigt. Die geringfügigſten fremdartigen Beimengungen verändern z. B. die Eigenſchaften der im Pflanzen- und Thierreich ſo allgemein verbreiteten Subſtanz, des Zellenſtoffs, in ſo auffallender Weiſe, daß man bei oberflächlicher Betrachtung jene Erſcheinungen für naturwidrig zu halten geneigt iſt.

Einen großen Theil der Formverſchiedenheiten organiſcher Körper veranlaſſen ohne Zweifel die ſogenannten unorganiſchen Beſtandtheile derſelben. Wenn z. B. der Kalk- oder Magneſiagehalt der Subſtanz, welche die verſchiedenen Zellenreihen bildet, differirt, ſo iſt der Körper, woraus die eine Zellenreihe geformt iſt, nicht mehr mit derjenigen identiſch, woraus die anderen Reihen beſtehen, vorausgeſetzt, daß Kalk

und Magneſia chemiſch damit verbunden ſind. Daß die Celluloſe der Pflanzenzellen wirklich kleine Mengen unorganiſcher Stoffe in inniger Verbindung enthält, beweiſ't ſchon der Umſtand, wie ſchwierig es iſt, jene Baſen aus Papier und holzartigen Materien auszuziehen. Papier zu wiederholten Malen mit Salzſäure behandelt, hinterläßt beim Glühen immer noch eine wägbare Menge Aſche, welche dem Chemiker bei quantitativen Beſtimmungen oft unüberwindliche Hinderniſſe bereitet.

Die Aſchenrückſtände verſchiedener Arten organiſcher Gewebe variiren in ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung, und wahrſcheinlich auch diejenigen, welche verſchiedenen Elementarformen angehören. Obgleich daher dieſelbe Celluloſe ſo verſchiedene Zellenreihen zuſammenſetzt, ſo darf man die bildende Subſtanz darum doch nicht für identiſch halten. Die chemiſche Affinität iſt für jede Baſis und für jede Menge derſelben eine andere; die Effekte müſſen daher verſchieden ſein, wenn die eine Baſis durch eine andere vertreten wird, oder wo wir verſchiedene Mengen derſelben Baſis mit Celluloſe vereinigt finden. Hieraus, glaube ich, läßt ſich erklären, wie die Zellenſubſtanz ſo verſchiedene Formen annehmen und ſo mancherlei Produkte erzeugen kann.

Daſſelbe gilt von den thieriſchen Stoffen, namentlich von der leimgebenden Subſtanz. Ein ſeröſes Häutchen, das Gewebe der Haut, das Zellgewebe unter der Haut und das der Knochen ſind ſämmtlich leimgebende Gewebe. Bei abſoluter Identität der Subſtanz, welche unter jenen vier Formen auftritt, wäre eine Verſchiedenheit in Form und Funktion nicht ſtatthaft; es müſſen Unterſchiede irgend einer Art beſtehen. Wir finden nun, daß die leimgebende Subſtanz, in welcher Form ſie auch vorkommt, ſtets gleiche Zuſammenſetzung und eine gleiche Conſtitution hat; unterſucht man aber jene Gewebe auf das, was wir *Beimengungen* zu nennen pflegen, ſo ſtellen ſich beachtenswerthe Differenzen heraus; und

darum ist die leimgebende Substanz organisch nicht immer dieselbe.

Eine geringe Differenz in dem Gehalt an basisch-phosphorsaurem Kalk

$$3\ Ph_2\ O_5 + 8\ CaO$$

macht sie augenblicklich zu einem andern chemischen Körper und veranlaßt eine solche Gruppirung der elementaren Theilchen, daß dadurch eine Verschiedenheit in der Funktion hervorgerufen wird, welche bei gleicher Beschaffenheit der Bestandtheile nicht würde stattfinden können.

Es verdienen daher die beigemengten Stoffe, welche bei den Analysen gewöhnlich unter dem nichtssagenden Namen von Asche aufgeführt werden, eine viel größere Beachtung, als ihnen bis jetzt zu Theil geworden ist. Man muß die Elementargewebe rein darstellen und ihre Asche untersuchen, dann wird die paradoxe Meinung, welche — zum großen Nachtheile für die Wissenschaft — noch immer Eingang findet, daß nämlich gleiche Stoffe ungleiche Produkte hervorbringen, ihre Geltung verlieren und dem übermäßigen Streben nach Auffinden von Identität, welches jetzt manche Chemiker so sehr beseelt, ein Ziel gesetzt werden. Die Hauptbestandtheile des organischen Reichs beschränken sich nur auf eine geringe Anzahl, aber die beigemengten unorganischen Stoffe variiren sowohl ihrer Qualität wie ihrer Quantität nach, und darum zeigen die constituirenden Bestandtheile der Organe selbst eine unendliche Mannigfaltigkeit.

Ich will hier noch darauf hinweisen, was ich früher (S. 312) über den Unterschied vom Eiweiß und Faserstoff des Blutes angeführt habe, welcher nur durch den Mehrgehalt des einen an $^3/_{10}$ Procent Schwefel bedingt ist; ferner was (S. 65 u. 76) über die Art der Gruppirung organischer Moleküle gesagt ist, wonach zwei Körper von gleicher procentischer Zusammensetzung dynamisch chemisch verschieden sein können. Ich citire jene Stellen, weil die bei den organischen

Stoffen beobachtete Polymorphie ſich auch aus dem dort Angeführten erklären läßt. Solche Erfahrungen drängen mir die Ueberzeugung immer ſtärker auf, daß einer jeden beobachteten Formverſchiedenheit eines animaliſchen oder vegetabiliſchen Gewebes eine weſentliche chemiſche Verſchiedenheit zum Grunde liegt.

Der innige Zuſammenhang zwiſchen Form und Funktion iſt durch die ausgezeichneten Unterſuchungen, welche in neueſter Zeit mit Hülfe des Mikroſkopes ausgeführt ſind, auf das Evidenteſte bewieſen. Man hat beobachtet, daß die Organe, denen gleiche Funktionen zukommen, gleichartige Gewebe enthalten, gleich wie für die Organe mit verſchiedenen Funktionen die Formen der Gewebe wechſeln. Iſt demnach die Funktion von der Form abhängig, ſo iſt ſie es auch von der die Form bildenden Materie und den der Materie inwohnenden Kräften. Daraus erhellt, in wie naher Beziehung und Wechſelwirkung Materie, Form und Funktion zu einander ſtehen.

Gelten dieſe Betrachtungen von der Thätigkeit der thieriſchen und Pflanzenorgane im normalen Zuſtande, ſo finden ſie gewiß auch auf alle krankhaften Zuſtände ſowohl eines einzelnen Organs wie des ganzen Organismus Anwendung.

Der Zuſammenhang der verſchiedenen Organe, welche im thieriſchen Körper die Nerven und Gefäße und im Pflanzen- wie im Thierreich die Zellenreihen vermitteln, iſt ſolcher Art, daß ſchwerlich die von Bichat ausgeſprochene Idee wohl jemals realiſirt werden dürfte: daß man nämlich einmal dahin gelangen werde, den Organismus in kleine Theile zu zerlegen, womit ſich die Begriffe von Lebenskraft eben ſo einfach verbinden laſſen, wie man von der Schwere, Elaſticität u. ſ. w. der unorganiſchen Stoffe redet. Aber wenn auch ſo einfache Vorſtellungen über den Zuſammenhang der Theile eines organiſirten Weſens nicht möglich ſind, ſo können wir uns doch einem richtigen Verſtändniß dieſer Beziehungen nähern und befinden uns dazu gegenwärtig auf dem Wege, zu

einer Zeit, wo man eben erſt angefangen hat, zwiſchen Materie, Form und Funktion Beziehungen aufzuſuchen.

Aus obigen Gründen iſt eine kurze Betrachtung der Elementarformen der Organe dem Zweck des vorliegenden Werkes nicht unangemeſſen. Wo es uns für den Augenblick noch an Einſicht in den Zuſammenhang zwiſchen Materie, Form und Funktion fehlt, — und dies iſt leider noch häufig der Fall — da wird es doch nicht überflüſſig noch zwecklos ſein, wenigſtens die Formen zu ſtudiren, als zur chemiſchen Geſchichte des Körpers gehörend. Der Chemiker darf in dem leimgebenden Gewebe nicht bloß Leim und der Hiſtolog nicht bloß Faſern von einer beſtimmten Form ſehen; es iſt vielmehr für den Chemiker eben ſo nothwendig, die Elementarformen der Gewebe zu kennen, als er wiſſen muß, daß die Kryſtallform des Alauns ein Oktaeder iſt.

Wir verdanken hauptſächlich Schleiden*) und Schwann**) die Kenntniß der einfachen Grundformen der Organe des Thier- und Pflanzenreichs. Die Reſultate dieſer Unterſuchungen, welche bereits den Gegenſtand einer beſondern Lehre ausmachen, will ich hier kurz darlegen.

Alle organiſirten Weſen ſind aus einer Menge kleiner Theilchen zuſammengeſetzt, welche ihrem Sein und Werden nach bei Pflanzen und Thieren übereinkommen, aber ſich nach verſchiedenen Geſetzen verbinden, und deren Produkte daher nicht nur in den beiden Naturreichen von einander abweichen, ſondern auch in den einzelnen Organen deſſelben Thiers und derſelben Pflanze variiren. Dieſe kleinen nur dem bewaffneten Auge ſichtbaren Theilchen ſind alſo ihrer Form und Entwickelung nach gleich, aber ihre Verbindungen und deren Funktionen ändern ſich mit der chemiſchen Beſchaffenheit der conſtituirenden Beſtandtheile.

*) Schleiden in Müller's Archiv, 1838, S. 137. Beiträge zur Phytogeneſis.

**) Mikroſkopiſche Unterſuchungen, Berlin 1839.

Ihre Thätigkeit äußert ſich zunächſt in ihrer Verbindung unter einander und in den Metamorphoſen, welche ſie durch gegenſeitige Einwirkung erleiden. Die chemiſche Natur der Subſtanz, welche in dem Thiere und der Pflanze und in den verſchiedenen Organen derſelben variirt, iſt Urſache, daß ſie ſich nach ihrer Gruppirung als ganz neue Gebilde darſtellen, Gebilde, deren Eigenſchaften und Funktionen eben ſo mannigfaltig ſind, wie die Verbindungen der Elementarformen ſelbſt.

Gewebe, wie man ſie im Thier- und Pflanzenreich antrifft, ſind nichts anders als Gruppen derſelben Elementarformen. Ihre Funktionen ändern ſich daher auch mit der Gruppirung der Elementarformen.

Bei der Zergliederung der zu einem gewiſſen Ganzen verbundenen organiſchen Theile hat man zu beachten: die Grundformen der organiſchen Materie, die Art und Weiſe, wie die Grundformen verändert werden und wie ſich die abgeleiteten Formen verbinden. Letzteres iſt Gegenſtand der Gewebelehre.

Die Grundformen, welche die organiſchen Stoffe annehmen, wenn ſie zu organiſirten werden, ſind meiſtens, oder wie Manche behaupten, immer kleine Bläschen, welche ſich nur mit Hülfe des Mikroſkops unterſcheiden laſſen. Man nennt ſie Elementarzellen, Kernzellen, primäre Zellen. Aus ſolchen Zellen ſind, wenn nicht alle, doch die meiſten Gewebe zuſammengeſetzt. Sie erſcheinen in der einfachſten Form in den in ihrer Entwickelung begriffenen vegetabiliſchen und animaliſchen Theilen als kleine mit einer Flüſſigkeit gefüllte mikroſkopiſche Bläschen. Der Inhalt iſt oft körnig. Das Bläschen wird durch ein dünnes Häutchen gebildet, worin man bei den thieriſchen Zellen ganz allgemein, bei den Pflanzen nur in den jungen Zellen irgendwo einen Kern unterſcheidet.

Es iſt dieſe Grundform der vegetabiliſchen und animaliſchen Gewebe, wodurch ſich die organiſirten Körper von den

unorganisirten unterscheiden, woraus die allerverschiedensten organischen Gebilde hervorgehen, woraus mit einem Worte das ganze organische Reich besteht und wodurch es erhalten wird.

Diese fast durchgreifende Allgemeinheit des Vorkommens derselben Grundformen da, wo die verschiedensten chemischen Körper organisirt werden, ist im höchsten Grade merkwürdig. Schleiden und Schwann haben sie, der eine im Pflanzenkörper, der andere im thierischen Organismus, verfolgt und sind zu gleichen Resultaten gekommen.

Man hat sie im Blute, als Blutkörperchen, in der Lymphe, im Schleim und Eiter und beinahe in allen festen Bestandtheilen des thierischen Körpers gefunden; selbst der Keim eines neuen Individuums ist nichts Anderes, als ein mit Feuchtigkeit gefülltes und mit einem Kern versehenes Bläschen.

Mehrere Naturforscher, namentlich Purkinje, Valentin, Henle und Turpin, haben die Entdeckung vorbereitet, welche zuerst von Schleiden und Schwann in ihrer größten Allgemeinheit ausgesprochen ist, indem sie zeigten, daß bei allen in der Entstehung begriffenen organisirten Körpern stets dieselben Grundformen angetroffen werden, woraus sich später Alles entwickelt.

Bei Untersuchung dieser Elementarzellen hat man gefunden, daß, wenn ihre Wandung durch irgend ein Medium aufgelöst wird, der Kern in der Regel zurückbleibt. Der Kern ist also ein besonderer Körper; man nennt ihn Cytoblast, Nucleus. Darin lassen sich immer ein, zwei oder mehrere dunkle Punkte unterscheiden, welche man Nucleoli genannt hat. Ueber die Natur dieser Nucleoli ist unsere Kenntniß noch sehr mangelhaft, man kann nicht sagen, ob es Höhlungen, Bläschen oder feste Kügelchen sind. Sie liegen an der innern Wand des Kerns.

Die Kerne selbst werden für kleine Zellen gehalten; sie

sind mit der Zelle vereinigt und machen einen wesentlichen Bestandtheil derselben aus.

Die Zellen sind von einer bald dünneren, bald dickeren Flüssigkeit umgeben, welche mit dem Alter des Gewebes immer consistenter und zuletzt fest wird und die Substanz bildet, welche die Zellen unter einander verbindet.

Die Entstehung der Zellen hat man sich auf folgende Weise vorgestellt. Man sieht in einer formlosen, dickflüssigen, bisweilen halb gallertartigen Masse, welche Cytoblastema genannt wird, und worin die zur Zellenbildung nöthigen Stoffe vorhanden sind, kleine runde Körnchen entstehen (Nucleoli); um diese setzt sich eine Schicht einer körnigen Substanz ab, welche immer dicker wird und den Kern (Nucleus) bildet; ein ovaler oder runder kleiner Körper mit meist undurchscheinender und körniger Oberfläche, welcher selbst für ein Bläschen, also für ein Zellchen gehalten wird. Von der Oberfläche dieses Kernes erhebt sich ein Bläschen als ein Kugelsegment. Das Bläschen ist dünn und durchscheinend, ist anfangs kleiner als der Kern, dehnt sich aber sehr schnell aus und wird so groß, daß der Kern gegen die innere Wandung des zur höchsten Ausbildung gelangten Bläschens als ein kleines Körperchen zurückbleibt. Die zur Entstehung des Bläschens nöthige Substanz wird von dem Cytoblastema geliefert und letzteres von dem Kerne zu einem Bläschen verarbeitet. Das Kernkörperchen (Nucleolus) ist also primäres Produkt, sein Keim muß in der zähen organischen Flüssigkeit, dem Cytoblastema, enthalten sein. Die erste Spur von Organisation tritt mit dem Sichtbarwerden des Nucleolus auf, d. h. mit der Entstehung eines kleinen mikroskopischen Körperchens, welches körnige Substanz aus dem Cytoblastema auf seine Oberfläche niederschlägt und dadurch ein kleines schöpfendes Organ, den Kern, erzeugt.

Der Kern verarbeitet das Cytoblastema zu einer sich an seiner Oberfläche befestigenden granulösen Substanz, woraus

das Zellenhäutchen entsteht, welches, während die granulöse Substanz des Cytoblastema durch den Nucleus mehr und mehr auf seiner Oberfläche verdichtet wird, sich ausdehnt, mit einer Flüssigkeit füllt und in ein Bläschen übergeht, worin der Kern, der das Bläschen abgeschieden hat, eingeschlossen und an irgend einer Stelle der Zellenwandung angeheftet bleibt. Die Flüssigkeiten, welche die Zellen füllen, sind verschieden je nach der Natur der Organe, welche daraus entwickelt werden sollen.

Liegen zwei Nucleoli dicht neben einander, so verschmilzt die von dem einen hervorgebrachte granulöse Substanz mit der andern und beide erhärten zusammen; beide Nucleoli fahren demohngeachtet fort, jeder für sich jene Substanz abzuscheiden, und so entsteht zuletzt eine Zelle mit einem Kern und zwei Kernkörperchen.

Diese Theorie der Zellenbildung, welche von Schleiden und Schwann aufgestellt ist, der aber Henle *) und Andere nicht ganz beipflichten, geht von der Annahme aus, daß in den Zellen immer ein Kern vorhanden sei. Es giebt aber viele Zellenreihen, wo man bei der Entstehung der einzelnen Zellen keinen Kern wahrnimmt, oder in deren Kernen man keine Kernkörperchen findet, z. B. bei den Kryptogamen, und selbst nach Meyen bei vielen Phanerogamen **). Auch bei den Zellen des thierischen Organismus hat man ähnliche Beobachtungen gemacht, was Schwann aus der Absorption des Kerns oder der Kernkörperchen nach vollendeter Zellenbildung erklärt.

Diese und ähnliche Beobachtungen sind Ursache, weshalb gegenwärtig noch viele Physiologen der obigen Ansicht über die Entstehung der Zellen nicht beipflichten. Diejenigen, welche sich besonders mit der Untersuchung animalischer Gewebe beschäftigen, theilen in der Regel die Ansichten Schleiden's

*) Lehre von dem Gewebe, Leipzig, 1841. S. 154.

**) Wiegmann's Archiv, 1839, Bd. II, S. 19.

und Schwann's viel mehr als die Pflanzenphyſiologen, inſofern ſie die Kerne als procreirende Gruppen von Molekülen betrachten; obſchon die Kerne im thieriſchen Organismus nicht immer Zellen, ſondern oft auch andere Formen erzeugen. So viel Mühe es koſtet, in manchen Pflanzenzellen die Kerne zu finden, ſo leicht iſt dies bei animaliſchen Geweben, die in ihrer Entſtehung begriffen ſind. Selbſt diejenigen animaliſchen Elementargebilde, welche ſchon lange die Zellenform verloren haben, laſſen ſehr häufig noch die Ueberbleibſel der Kerne erkennen.

Es giebt Botaniker, welche des Zellenkerns als erſten und weſentlichen Körpers gar nicht erwähnen, oder ihm wenigſtens keine Bedeutung beilegen. Mirbel z. B. giebt an, daß in einer mucilaginöſen Subſtanz, welche körnig und gallertartig wird und die er Cambium nennt (dies iſt Schleiden's Cytoblaſtema), Flocken unterſchieden werden, welche bei genauer Betrachtung hohl zu ſein ſcheinen (von ihm zellenartiges Cambium genannt). Dieſe Höhlungen werden größer und ſtellen die Zellen dar. Das Cambium erſcheint überall, in und außerhalb der Zellen; es wird aus den am meiſten verarbeiteten Pflanzenſäften gebildet und in holzartigen Gewächſen inwendig durch den Baſt ausgeſchwitzt.

Dieſe Erklärung Mirbel's von der Entſtehung der Zellen kann kaum eine Erklärung genannt werden. Der Ausdruck: meiſt verarbeitete Pflanzenſäfte, welcher gar Nichts ſagt, bringt uns hier um keinen Schritt weiter. Mirbel erwähnt nichts von dem Kern, als zellebildendem Organ, und verwirft alſo Schleiden's und Schwann's Anſichten über die Zellenbildung ſtillſchweigend. Jüſſieu und Andere rechnen den Kern ſchlechthin zu dem Inhalte der Zelle und legen ihm daher als ſchöpfendem Organ auch keinen Werth bei. Ich habe über dieſen Gegenſtand viel zu wenig Erfahrung, um darüber ein einigermaßen beſtimmtes ſelbſtſtändiges Urtheil fällen zu können.

Was das Cambium betrifft, so hat man in den verschiedenen Perioden der Wissenschaft der letzten Jahre damit verschiedene Dinge bezeichnet. In den krautartigen Gewächsen ist es der Nahrungsstoff für sehr viele Pflanzenorgane und verdient besondere Beachtung. In anderen Gewächsen besitzt es andere Qualitäten und ist für jedes Pflanzengeschlecht, für jede Gattung verschieden. Deshalb finden sich darin nicht nur die allgemeinen, sondern auch die besonderen Bestandtheile der Pflanzen.

Gewöhnlich ist das Cambium halb durchscheinend, von kleinen Kügelchen erfüllt. Mirbel und Payen nennen es matière globulo-cellulaire *).

In jungen und in allen krautartigen Pflanzen ist es sehr stickstoffhaltig von aufgelöstem Eiweiß, Legumin (?) u. s. w. Der Grundstoff der Cellulose kommt als Dextrin darin vor, außerdem Amylum, Gummi, Zucker, Mannit, vielleicht auch die Stoffe, welche sich schichtenweis gegen die Zellenwand ablagern, die Extractivstoffe, Salze, Säuren u. s. w.

Das Wort Cambium bezeichnet also für die Pflanzen offenbar dasselbe, was wir unter Cytoblastema für das ganze organische Reich verstehen: eine Substanz, welche die Stoffe enthält, woraus sich Zellen bilden können.

Bei den Pflanzen enthält es daher als Hauptbestandtheil Cellulose in unauflöslicher Form, d. i. Dextrin, im thierischen Organismus Proteindeut- und -tritoryd, welche daselbst vielfach zur Zellenbildung verwandt werden.

Auch Mohl weicht in einigen Punkten von Schleiden's Ansichten über den Zellenkern ab **).

Nach Schleiden wächst die Zellenmembran aus dem Kerne, und es bleibt der Kern ein Theil der gebildeten Zel-

*) Comptes rendus, 16 Janv., 1843, p. 98.

**) Bot. Zeitung, 19. April 1844. In der Bot. Zeitung vom 12. April 1844 findet sich ein kurzer Bericht über eine Dissertation von H. Kaesten, de cella vitali, worin Schleiden's Theorie ebenfalls verworfen wird. Ich habe dieselbe bis jetzt nicht bekommen können.

lenwand; Mohl iſt dagegen der Anſicht, daß der Kern von der Zellenwand wie von einer Blaſe eingeſchloſſen wird und ſelbſt bei dem Entſtehen der Zelle immer in einem gewiſſen Abſtande von der Wand entfernt bleibt und nicht in der Zellenwand liegt. In dieſem Falle hat der Kern alſo keine unmittelbare Gemeinſchaft mit dem Zellenhäutchen.

Ferner hält Schleiden für die erſte Zellenhaut diejenige, welche ſpäter die äußerſte Haut ausmacht, während es umgekehrt nach Mohl diejenige iſt, welche er Primordialſchlauch nennt und welche ſpäter ganz verſchwindet (ſiehe unten Zellenwand). In dieſem Primordialſchlauch ſieht Mohl den Kern; der Kern liegt entweder an der innern Wand und ſcheidet ſich ſpäter davon ab, oder er iſt durch Fädchen, welche von ihm auslaufen, während eine ſchleimige Hülle ihn umgiebt, mit dem Primordialſchlauch ſo verbunden, daß er ſich mitten in der Zelle befindet, gleich einer Spinne in ihrem Gewebe. In anderen Fällen iſt der ganze Raum zwiſchen dem mitten in der Zelle gelegenen Kern und der Zelle ſelbſt mit blaſenförmigen Theilen angefüllt, deren Wände aus derſelben ſo eben erwähnten ſchleimigen Subſtanz beſtehen, woraus auch jene Fäden gebildet ſind *).

Mohl's Anſicht zufolge geht alſo die Bildung des Kerns nicht von dem Kernkörperchen und die des Zellenhäutchens nicht von dem Kerne aus.

Dieſelben Beobachtungen finden wir auch bei Valentin **), namentlich die, daß bei manchen animaliſchen Geweben der Kern nicht unmittelbar mit der Zellenwand zuſammenhängt, daß aber ſternförmige Fäden von ihm ausgehen, vermittelſt welcher er mit der Zellenwand oder mit anderen angränzenden Theilen communicirt.

Die Funktion der Kerne in Bezug auf die Zellenbildung liegt daher noch ziemlich im Dunkeln.

*) Siehe unten Zellenwand.

**) Wagner's phyſiol. Wörterbuch, S. 625.

Bergmann *) hat ferner bei den Eiern der Frösche und Salamander beobachtet, daß der Dotter im Beginn der Entwickelungsperiode aus gleich großen Körnchen besteht, welche sich anfangs zu mehreren größeren Gruppen vereinigen, nachher sich mehr vertheilen und kleinere durch eine zähe Materie unter einander verbundene Gruppen bilden und endlich von einem Bläschen eingehüllt werden, welches die Zellenwand ist.

Bei jener Zellenbildung sind viele Kernkörperchen vorhanden; sie sind die Theilchen, woraus der Zelleninhalt gebildet wird, während die Zellenwand wahrscheinlich aus dem zähen Bindemittel entsteht, welches die kleinen Körner vereinigt. Bei einer solchen Vorstellung von der Zellenbildung in den genannten Eiern, welche ganz von derjenigen Ansicht, die Schwann von dem vegetabilischen und animalischen Gewebe geltend gemacht hat, abweicht, kann das Kernkörperchen nicht mehr als der Theil betrachtet werden, wodurch Alles, Kern, Zelleninhalt und Zellenwand, gebildet wird; eine Zelle ist vielmehr ein organisches Agglomerat einer Menge kleiner körniger Theilchen, deren Größe 0,001 bis 0,002 von einer Linie beträgt, und aus deren Vereinigung auf die obige Weise eine Primitivzelle entsteht **).

Die Existenz dieser kleinen Körnchen, woraus sich Zellen bilden, liegt, welcher Ansicht man auch über die Zellenbildung selbst sei, außer allem Zweifel, mag man annehmen, daß in jeder Zelle sich ein oder mehrere Mutterkernkörnchen befinden, daß das Bläschen sich aus dem Kern oder aus einem Agglomerat von Körnchen entwickele und dieselben umschließe. Man findet die Körnchen überall, wo neue Zellen gebildet werden sollen. Sie sind daher für jetzt als die kleinsten bekannten organisirten Theilchen und als die Grundformen aller organisirten Gebilde anzusehen, insofern sie zur Zellenbildung noth-

*) Müller's Archiv, 1841, S. 92.

**) Henle a. a. O. S. 162.

wendig scheinen und dieselben entweder produciren helfen oder wirklich hervorbringen.

Die Körnchen, welche Elementarkörnchen genannt werden, haben eine verschiedene Gestalt. Man kennt sie zwar ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften nach noch zu wenig, um sie zu classificiren oder gar, um ihre Form aus ihrer Zusammensetzung abzuleiten; aber man hat wenigstens einige wesentliche Verschiedenheiten ihrer Formen beobachtet, z. B. erscheinen sie im Schleim und Eiter, wo sie an einander haften, nach der Trennung platt und im Dotter oval, keilförmig und cubisch *).

Jene Formen, wenn sie wirklich bestehen, repräsentiren ohne Zweifel eben so viele chemische Verbindungen (S. 75), welche sich vielleicht durch ihre procentische Zusammensetzung unterscheiden, bei denen wenigstens die Gruppirung der Elemente — bestände der Dotter auch ganz aus Proteinverbindungen — sicher nicht dieselbe ist. Die Ursache der so großen Mannigfaltigkeit der Produkte kann daher nur in der chemischen Beschaffenheit der Bestandtheile gesucht werden. Die abweichenden Formen, welche die Elementarkörnchen annehmen, lassen sich wenigstens eben so gut wie die Krystallformen chemischer Verbindungen als von der Gruppirung der Molekule abhängig denken; die ovale, platte oder jede andere Form der Elementarkörnchen steht in derselben Beziehung zur Zusammensetzung und Constitution ihrer chemischen Bestandtheile, wie die Krystallform des schwefelsauren Natrons mit der Formel RO, SO_3 zusammenhängt.

Lesen wir nun bei dem so geübten und gewissenhaften Beobachter Henle (S. 163), daß die Elementartheile aus einem mit Fett angefüllten Bläschen bestehen, und daß das Bläschen wahrscheinlich eine Proteinverbindung sei, so lehrt uns dies — selbst mit Einschluß aller von Ascherson (Henle

*) Ich stütze mich bei Anführung dieser Beobachtung auf fremde Autoritäten. Sie verdient jedenfalls wiederholt zu werden.

S. 164) aus der Veränderung des Eiweißes durch Oel entnommenen Schlüsse, — wie weit wir noch entfernt sind, eine gründliche Kenntniß von den Elementarformen der organischen Theile zu besitzen. Wir sind nicht im Geringsten in Zweifel, daß unter den Elementarkörnchen die größten Verschiedenheiten stattfinden, Unterschiede, welche unserm Auge zwar nicht so sichtbar sind, als die unendliche Mannigfaltigkeit ihrer Produkte, der Zellen und Gewebe, welche aber demungeachtet existiren, da sie letztere bedingen. Wären aber die Pflanzenzellen und die Blutkörperchen, die Amylumkörnchen und die Pigmentkörnchen im Auge ursprünglich aus einer Proteinverbindung bestehende mit Fett gefüllte Bläschen, so würde jede Forschung über den chemischen Ursprung der Gewebe für immer unmöglich und alle Erklärungen unzulässig sein.

Daß die Elementarkörnchen eine Proteinverbindung enthalten, mag nun die Hülle daraus bestehen, oder mag sie im aufgelöst'en Zustande den Inhalt des Bläschens ausmachen, ist kaum zu bezweifeln, weil in den allerjüngsten Gebilden des Thier- und Pflanzenreichs Protein niemals fehlt, und weil überhaupt ohne Mitwirkung des chemisch so leicht veränderlichen Proteins keine Organisation möglich zu sein scheint. Letzteres gilt nicht bloß vom thierischen Körper, sondern auch im Pflanzenreich; wo so viele andere stickstofffreie Stoffe, Cellulose, die inkrustirende Substanz, Dextrin, Amylum, Zucker, Pektinsäure u. s. w. überwiegen, ist der Erfahrung gemäß jede Entwickelung an das Vorhandensein von Protein gebunden. Die einfachsten Schimmelpflanzen, welche aus stickstofffreien Körpern, wie Milchsäure oder Weinsteinsäure unter dem Einfluß der atmosphärischen Luft (also des Stickstoffs) und des Wassers entstehen, enthalten vom ersten Augenblick ihrer Existenz an Protein.

Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß das Protein schon vor der Zellenbildung in den Elementarkörnchen präexistirt, wenigstens ist es für die Zellenbildung durchaus nothwendig

und bildet gewissermaßen dasjenige Element, wovon der erste Impuls zu organischem Leben ausgeht.

Aber glauben wir nicht, hiermit schon zu einer tiefern Einsicht in das Pflanzenzellenleben gelangt zu sein. So lange wir von der chemischen Natur der Elementarkörnchen keine exakte Kenntniß besitzen, bleibt die chemische Physiologie noch durchaus unvollständig und mangelhaft. Die Elementarkörnchen sind die primären, die Fundamental-Organe; sie mit Hülfe des Mikroskops und chemischer Reagentien zu prüfen, ihre Formen zu untersuchen und deren Relation zu den Eigenschaften derselben zu studiren und die Eigenschaften mit denen zu vergleichen, welche bekannte chemische Verbindungen besitzen, — dies sind die ersten und nothwendigsten Erfordernisse, um zu erfahren, wie die Stoffe in der organischen Natur zusammenkommen und wie sie verändert werden.

Aber unsere Unwissenheit erstreckt sich nicht allein auf die Zusammensetzung der Elementarkörnchen, auch die Art und Weise ihres Entstehens ist uns ein Räthsel. Sie sind wahrscheinlich die ersten organisirten Körper in den Pflanzen, zunächst und unmittelbar aus den sogenannten unorganischen Stoffen hervorgegangen; sie besitzen die Fähigkeit, Kerne, Zellen, Zellenreihen und Gewebe zu bilden; man denke sie sich daher als die Quelle der organischen Lebensthätigkeit, die in den chemischen Stoffen liegt, welche die Elementarkörnchen zusammensetzen. Wenn die Kerne wirklich Zellen hervorbringen, und selbst mit einer Flüssigkeit gefüllte Bläschen sind, so lassen sich nicht bloß die Zellen oder andere Formen, sondern auch die Elementarkörnchen selbst als Elementarorgane, und die Kerne als Organe oder, wenn man will, als Individuen betrachten, deren Wirkungen als organisches Ganze, wie klein es auch ist, schon complicirt sind, und welche Kräfte besitzen, die, wenn wir sie zerlegen, zunächst von den Kernkörperchen, weiterhin von den Elementarkörnchen und endlich von den vier Grundstoffen ausgehen, welche die kleine Gruppe

von Körpern bilden, die zusammen ein mit Feuchtigkeit gefülltes Bläschen, ein Zellenkernchen, ausmachen.

Kehren wir zurück zur Entstehungsweise der Kernkörnchen oder Elementarkörnchen, so halte ich die Ansicht von Ascherson, welcher sich auf die Beobachtung stützt, daß Eiweiß mit Oel in Berührung ein Häutchen, ein Zellchen bildet, welches mit einem Oeltropfen gefüllt ist, für falsch, da sie auf gleiche Weise die Entstehung von Milch- und Eiterkügelchen, ja selbst aller Elementarkörnchen erklärt. Der Käsestoff, das Eiweiß und aufgelöst'er Faserstoff mögen immerhin die Eigenschaft besitzen, das Fett zu vertheilen und einen Tropfen Oel mit einem Häutchen zu umgeben, wodurch es verhindert wird zusammenzufließen; arabisches Gummi hat diese Fähigkeit auch, und besäße sie auch kein anderer Körper, eine passive Schicht einer festen Substanz um eine Flüssigkeit hat Nichts mit einem aktiven Häutchen gemein, dem Träger der Lebenskraft in der organischen Natur. Solche Theorien fördern die Wissenschaft um Nichts mehr, als die Vergleichung mit der Schaumbildung im Seifenwasser.

Eben so wenig Gehalt hat die von Raspail aufgestellte Hypothese, daß Fett, welches den Inhalt der Elementarkörnchen ausmache, durch Aufnahme von Stickstoff in eine Proteinverbindung übergehe. Wir müssen geradezu unsere Unwissenheit bekennen, wo es auf die Beantwortung solcher Fragen ankommt, und damit wird für jetzt noch der Wissenschaft am meisten genützt.

Endlich muß ich noch bemerken, daß ich Vergleichungen zwischen Krystallbildung und der Entstehung von Elementarkörnchen, wie sie von Schwann angestellt sind, für durchaus unfruchtbar halte; denn es scheint mir grade das Gegentheil von dem daraus zu folgen, was sie beweisen sollen. Sie lehren nämlich, daß Verschiedenes aus Identischem hervorgeht.

Es liegt in dem eigenthümlichen Wesen der organischen

Elemente, des Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs, Stickſtoffs und Sauerſtoffs, ein Grund zu einer Verſchiedenheit, welche nicht nur in ihren letzten Folgen ſichtbar iſt, ſondern ſchon in den erſten und einfachſten Erſcheinungen, welche wir an den Verbindungen jener Stoffe beobachten. Zu den allereinfachſten Erſcheinungen gehört die Form, welche ſie annehmen, ſobald ſie ſich zu den kleinſten noch wahrnehmbaren Theilchen gruppiren. Die Form iſt eine runde oder rundliche, ein Bläschen mit Flüſſigkeit gefüllt.

Die Zelle als ein Organ oder ſelbſt als ein Individuum zu betrachten, iſt dem Weſen derſelben ganz angemeſſen. Sie beſitzt die Fähigkeit, ihr ſelbſt gleiche Gebilde hervorzubringen, und erzeugt in der That, wenn auch nicht immer, junge Zellen. Es giebt nämlich Zellen, welche — wenigſtens nach der allgemeinen Annahme, die ich indeſſen durch eigne Beobachtungen nicht habe beſtätigen können — aus einer Mutterzelle gebildet werden, es giebt andere, welche außerhalb derſelben, und endlich ſolche, welche unabhängig von der Mutterzelle entſtehen. Die erſte Art der Zellenbildung nennt man endogene, die zweite erogene, eine dritte heißt Theilung, eine vierte: ſelbſtſtändige Zellenbildung. — Auf welche Art die Vermehrung der Zellen ſtattfinden mag, es muß immer ein Stoff vorhanden ſein, welcher die Beſtandtheile der neuen Zelle liefert; eine Flüſſigkeit, welche die Subſtanz der neuen Zelle aufgelöſ't enthält, woraus ſie in eine feſte und zwar in eine organiſirte Form übergeht. Man unterſcheide hier alſo zwei Momente: Entſtehung der zur Zellenbildung dienenden organiſchen Subſtanz und das Feſtwerden derſelben zu Zellen. Ueber den letzten Punkt reden wir jetzt, indem wir vorausſetzen, daß eine Flüſſigkeit vorhanden ſei, woraus jene Stoffe ausgeſchieden werden.

Die endogene Zellenbildung in bereits vorhandenen Zellen wird durch die in dem Bläschen eingeſchloſſene Subſtanz vermittelt; ſie geſchieht im Innern des Bläschens ſelbſt

und ist bei den Phanerogamen und bei manchen thierischen Organen beobachtet. Was die Entstehung der Zellen auf endogene Weise betrifft, so stellt man sich vor, daß sich aus dem Inhalte (Cytoblastema) einer ausgebildeten Zelle auf die (S. 370) angegebene Weise Kernkörperchen und Kerne bilden, welche sich zu Zellen vergrößern. Gehen nun mehrere Zellen aus dem Inhalte der Mutterzelle hervor, so wird dadurch die Mutterzellenmembran ausgedehnt und verdünnt, oder resorbirt, und wird zuletzt verschwinden. In den jungen Zellen entwickelt sich auf dieselbe Weise eine Reihe neuer Zellen der dritten Generation, welche die älteren wieder verdrängen u. s. f.

Es ist einleuchtend, daß wenn die Mutterzelle nur ein einziges Individuum erzeugte, eine Vermehrung dadurch nicht erreicht würde. Diese kann vielmehr nur dann stattfinden, wenn sie mehrere Zellen producirt. Entstehen z. B. aus dem Inhalte einer Zelle vier neue Zellen, welche die erstere verdrängen und ihre Wand verdünnen (welche später aufgelöst werden soll), so ist die Zahl um drei vermehrt. Entwickeln sich aus jeder dieser Zellen vier neue Individuen, so hat man sechszehn Zellen der dritten, vierundsechszig der vierten Generation u. s. f. Immer sind es die Kerne der jungen Zellen, welche neue erzeugen, während die alten verschwinden. Die Entdeckung dieser Thatsache verdanken wir Schleiden.

Noch Manches bleibt indessen unerklärt, wenn wir die Zellenbildung aus einem chemischen Gesichtspunkte betrachten, und noch manche Beobachtungen bedürfen der Bestätigung. Vor Allem drängen sich uns folgende Fragen auf: Sind die Kernkörperchen wirklich die ersten organisirten Gebilde, sind sie die Schöpfer der Kerne, und diese die Schöpfer der Zellen? Ferner; Welcher Ursache verdanken die Kernkörperchen ihre Entstehung? Wie bilden sie sich aus dem Cytoblastema (bei endogener Bildung aus dem Zelleninhalt)? unter Mit-

wirkung des Kerns der Mutterzelle, oder davon unabhängig? Hat der Inhalt der Mutterzelle an und für ſich das Vermögen, ſich zu Kernkörperchen zu gruppiren, welche als zeugungsfähige Organe Kerne und ſpäter die Zellenmembran hervorbringen?

Dieſe und andere Fragen laſſen ſich für jetzt nicht beantworten, auch dann nicht, wenn wir die exogene Zellenbildung in Betracht ziehen, wo ſich außerhalb der Zellenmembran aus aufgelöſ'ten organiſchen Stoffen Kernkörperchen, Kerne und Zellen bilden.

Wie man ſich auch die Zellenbildung vorſtellen mag, es kann in keinem Falle in Abrede geſtellt werden, 1) daß es auflösliche organiſche Materien giebt, welche unter günſtigen Verhältniſſen die Eigenſchaft erlangen, Kernkörperchen, Kerne und Zellen zu bilden, gleichwie die unorganiſchen Körper unter geeigneten Umſtänden kryſtalliſiren. 2) Die kleinen Organe pflanzen ſich unter Erzeugung gleichnamiger Individuen eben ſo fort wie ein jedes andere Geſchlecht nach dem in der organiſchen Natur allgemeinen Geſetz: Gleiches bringt unter gleichen Umſtänden Gleichartiges hervor. 3) Die Fortpflanzung der Zellen auf endogene Weiſe iſt das Reſultat der Verarbeitung organiſcher Verbindungen zur Herſtellung derſelben Formen, woraus die Mutterzelle beſteht. Erſt muß die Materie derjenigen gleich ſein, welche bereits geformt iſt, ehe ſie dieſelbe Form annehmen kann. 4) Die Mutterzelle hat daher nur die eine Funktion, nämlich die Subſtanz zu bereiten, woraus ſie ſelbſt beſteht. Iſt letztere vorhanden, ſo iſt ihre Organiſirung eine eben ſo einfache Folge, wie die Kryſtalliſation des ſalpeterſauren Baryts nach dem Vermiſchen von Salpeterſäure und Barytwaſſer unfehlbar erfolgt. 5) Die Mutterzelle iſt alſo weit entfernt, der jungen Zelle Form zu verleihen, eben ſo wenig als die Mutter ihr Kind geſtaltet. Alles, was gebärt, ſondert nur die Subſtanz ab, welche die Fähigkeit beſitzt, unter geeigneten

Umständen die Form des schöpfenden Individuums zu erlangen. Dies gilt in gleichem Maaße von der Fortpflanzung der höheren Thierklassen wie von der Zellenvermehrung.

Die *erogene* Zellenbildung findet auf ähnliche Weise Statt, wie die endogene Bildung, mit dem Unterschiede, daß die Tochterzellen außerhalb der Mutterzellen entstehen, und daß die Flüssigkeit, welche die zur Bildung der jungen Zellen erforderlichen Stoffe enthält (Cytoblastema), nicht in der Mutterzelle, sondern *außerhalb* derselben liegt. Daraus erwächst indessen für die Erklärung jener Bildung keine Schwierigkeit; denn das Cytoblastema, welches hier die Zelle umgiebt, befindet sich daselbst unter eben so großem Einfluß der Zellenmembran, als die in der Zelle enthaltene Flüssigkeit; mit anderen Worten: die Mutterzellenmembran disponirt die benachbarten organischen Stoffe, sich zu solchen Verbindungen umzusetzen, woraus sie selbst besteht und woraus sich später Kernkörperchen und neue Zellen bilden, gleichviel, ob sie jene Stoffe umschließt, oder ob dieselben mit ihrer äußern Oberfläche in Berührung kommen.

Endogene wie erogene Zellenbildung beruht demnach auf der Herstellung gewisser Verbindungen nach chemischen Gesetzen, Verbindungen, welche, einmal erzeugt, zu Zellen werden. Die Thätigkeit der Mutterzelle beschränkt sich allein auf die Produktion jener Substanz, sie bringt selbst keine Zellen hervor und verdient daher ihren Namen nur in einem beschränkten Sinne.

Die Resorbtion der Mutterzellenmembran ist für erogene Zellenbildung keine nothwendige Bedingung; die alte Zelle kann vielmehr ihre Gestalt unverändert beibehalten.

Aus der verschiedenen Stellung der älteren und neuen Zellenreihen geht hervor, daß erogene Zellenbildung anders zusammengesetzte Zellenreihen hervorbringt, als die endogene, und darum ist sie für die Organogenie von Bedeutung.

Man hat ſie bei den Cryptogamen, z. B. bei den Schimmelpflanzen, beobachtet.

Es iſt übrigens nicht bewieſen, daß, wie man allgemein annimmt, die Mutterzellenwand bei endogener Zellenbildung reſorbirt wird; man hat nur gefunden, daß ſie verſchwindet, daß ſie unſichtbar wird. Man kann ſich vorſtellen, daß ſie ausgedehnt und geborſten ſich als dünnes Häutchen um die jungen Zellen legt und damit verwächſt. Findet aber Reſorption Statt, ſo gelangt dadurch Celluloſe in auflöslichem Zuſtande in die Pflanze und kann wieder zur Produktion neuer Zellen verwandt werden. Die Beantwortung der Frage, was aus der Mutterzellenmembran geworden iſt, nachdem ſich die jungen Zellen ausgebildet haben, ob ſie aufgelöſ't wird oder nicht, wäre von um ſo größerer Wichtigkeit, da ſie zugleich eine weſentliche phyſiologiſche Verſchiedenheit zwiſchen erogener und endogener Zellenvermehrung erläutert.

Aus der Auflöſung thieriſcher Zellen würde ſich die Entſtehung mancher Sekrete, der Galle, des Harns u. ſ. w. erklären laſſen. Aber ob dies in vollkommen entwickelten Individuen ſo geſchieht, muß genauer unterſucht werden (ſiehe Abſonderungen).

Eine dritte Art der Zellenvermehrung geſchieht durch Theilung. In der Zelle bildet ſich eine Scheidewand, welche ſie halbirt; rechtwinklig darauf ſtellt ſich eine andere, wodurch ſie in vier gleiche Theile getheilt wird. Rund um einen Mittelpunkt wiederholt ſich die Theilung, bis das Ganze in kleine Gruppen zerlegt iſt, worin allmählig körnige Theilchen, Kernkörperchen, Kerne und endlich Zellen ſichtbar werden.

Nach Bergmann findet eine ſolche Theilung in dem Eidotter Statt (S. 375). An der Oberfläche des Dotters entſteht eine Furche, welche nach Innen fortſchreitet und den Dotter in zwei gleiche Hälften theilt. Rechtwinklig auf dieſe Scheidewand ſtellt ſich eine andere, wodurch das Ganze in vier Theile zerfällt. Später bilden ſich diagonale Furchen

und so entstehen immer kleinere Segmente, welche sämmtlich durch convergirende Flächen getrennt sind, bis der Dotter aus einem Agglomerat kleiner Gruppen oder von Molekülen besteht, welche sich endlich zu selbstständigen Zellen ausbilden. Die Scheidewände verschwinden später, und an ihre Stelle treten die Zellenmembranen.

Wir müssen unsere bisherigen Ansichten über die Zellenvermehrung, welche wir den Beobachtungen Schleiden's und Schwann's verdanken, für die Fälle, wo Theilung stattfindet, modificiren. Selbstständige Zellen sind hier das Resultat einer von den constituirenden Molekülen ganz unabhängigen Theilung; die organischen Moleküle bleiben so lange passiv, bis die Theilung vor sich gegangen ist, und erst dann, wenn sie zu einer selbstständigen Gruppe vereinigt sind, fangen sie an, die ihnen eigne Lebensthätigkeit zu äußern. Bei der Zellenbildung durch Theilung würde die Thätigkeit in der großen Zelle von bestimmten Stellen der Membran ausgehen; es würden also in der Zellenwand die Moleküle liegen, welche den ersten Impuls zu organischem Leben geben.

Obige Thatsachen sind mit den Beobachtungen Schleiden's und Schwann's über die endogene Zellenbildung schwer in Uebereinstimmung zu bringen und umhüllen die Lehre von der Fortpflanzung der Zellen mit einem noch viel dichteren Schleier wie zuvor. Zwar haben die neueren Untersuchungen von Bischoff*) und namentlich von Kölliker**) ein neues Licht hierüber verbreitet, da sie die bei den Eiern beobachtete Zellenvermehrung durch Theilung ganz auf die endogene Bildung zurückführen, aber es ist noch eine andere Art der Zellenvermehrung durch Theilung im Pflanzenreich beobachtet, wo die Mutterzelle durch eine Scheidewand, die sich rechtwinklig auf die Zellenwand stellt, in zwei neue Zel-

*) Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies. 1842.

**) Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. 1844.

len zerfällt, welche ſpäter wieder auf die nämliche Weiſe halbirt werden u. ſ. w. Dieſe höchſt einfache und von der Zellenbildung, wie wir ſie bisher kennen gelernt haben, ſehr abweichende Art der Fortpflanzung iſt von dem Einfluß der Kernkörperchen oder Kerne unabhängig.

Man ſieht ſolche Scheidewände am Deutlichſten bei Phytolacca decandra in den Mark- und Parenchymzellen. Ueber die Urſache ihrer Entſtehung wiſſen wir Nichts; wir müſſen uns vorläufig mit der bloßen Thatſache begnügen. Mag nun dieſe Art der Zellenvermehrung ſehr verbreitet ſein oder nur ſelten vorkommen, ſo verliert die von Schleiden und Schwann gegebene Erklärung der Zellenbildung ihre allgemeine Gültigkeit (ſiehe auch unten utriculus internus) *), obgleich ſie ſich darum doch immer wenigſtens auf die erſten Zellen ſolcher Pflanzen anwenden läßt.

Es giebt noch eine vierte Art der Zellenbildung und Fortpflanzung, welche wir ſpontane nennen. Sie kommt bei der Generatio aequivoca in allen denjenigen Fällen vor, wo aus unorganiſirten organiſchen Stoffen Individuen entſtehen; bei vielen krankhaften Produktionen, Erſudaten, z. B. bei Wunden, welche durch plaſtiſche Lymphe heilen, bei Beinbrüchen, wo ein Erſudat die Quelle vieler neuen Zellenreihen wird, bei Pſeudomembranen, bei manchen Sekreten, z. B. bei demjenigen, welches die ſpaniſche Fliege auf der Haut hervorbringt u. ſ. w. Die organiſche Flüſſigkeit, Cytoblaſtema, kann Zellenform annehmen; dabei werden in der anfangs homogenen und beinahe flüſſigen Maſſe kleine körnige Theilchen, Kernkörperchen und Kerne ſichtbar, welche auf dieſelbe Weiſe Zellen produciren, wie es bei endogener und exogener Zellenbildung geſchieht.

Jene Art der Zellenbildung iſt ſehr häufig und findet ſich überall da, wo organiſche nicht organiſirte Stoffe Zellen-

*) Man vergleiche Harting in der Zeitſchrift für Naturgeſchichte, 1844.

form annehmen, z. B. bei der Entstehung der Schimmelpflanzen oder Infusorien aus organischen Infusen u. s. w.

Mir scheint die einfachste Vorstellung der ersten, zweiten und vierten Art der Zellenbildung folgende zu sein. Endogene und exogene Zellenbildung lassen sich auf eine und dieselbe Ursache zurückführen. Sie sind — was wenigstens die Gewebelehre der Thiere außer Zweifel zu stellen scheint — Folge der Entstehung organischer Moleküle, welche Kernkörperchen bilden, woraus sich Kerne und später Zellen oder andere Formen entwickeln: eine wahre Monogamie; Gleiches bringt Gleichartiges hervor; aus bestimmten Zellen werden analoge Individuen erzeugt. Diejenigen Stoffe, welche die Zelle umgeben, oder von ihr eingeschlossen werden, erleiden durch den Einfluß der Zellenmembran eine Veränderung; und das erste Produkt dieser Einwirkung sind die Kernkörperchen, durch deren selbstständige Entwickelung Kerne, Zellen und andere abgeleitete Formen entstehen.

Weiteren Aufschluß giebt uns die Wissenschaft nicht, sie kann nicht mehr geben, weil die Beobachtungen nicht ausreichen. Wir können die Entstehung der ersten Kernkörperchen eben so wenig erklären als die Bildung der ersten Krystalltheilchen (S. 73). Wir wissen bloß, daß die Kernkörperchen thätige zeugungsfähige Moleküle sind, Moleküle, welche in der unorganischen Natur nicht bestehen.

Die spontane Zellenbildung lehrt, daß der erste Impuls zur Bildung von Kernkörperchen nicht immer von schon vorhandenen Zellen auszugehen braucht, daß vielmehr die organischen Moleküle unter günstigen Verhältnissen Zellenform annehmen können, ohne von einer schon vorhandenen Zelle dazu disponirt zu sein. Ueberhaupt wird auch bei endogener und exogener Zellenbildung die Zelle nicht gradezu von der Mutterzelle erzeugt; letztere bestimmt vielmehr nur die Richtung der in dem Cytoblastema schon vorhandenen Bewegung oder weckt in den benachbarten Stoffen die schlummern-

den Kräfte. Manche organiſche Moleküle zeigen demnach unter gewiſſen Verhältniſſen ein großes Beſtreben, hohle Kügelchen zu bilden, gleichwie die unorganiſchen Verbindungen andere ſymmetriſche Formen anzunehmen geneigt ſind. In dem Pflanzenreich ſcheint es ausſchließlich die Celluloſe: $C_{24}H_{42}O_{21}$ zu ſein, welche die Zellen zuſammenſetzt und woraus ſich die meiſten Formen entwickeln; in dem thieriſchen Organismus übernimmt dieſe Rolle in der Regel das Proteindeutoxyd: $C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}$. Beide Verbindungen können, wenn die Zelle einmal gebildet iſt, durch andere Stoffe ganz oder theilweiſe vertreten werden, ein Umſtand, der zur größten Mannigfaltigkeit der verſchiedenen Gewebe Veranlaſſung giebt.

Was endlich die Zellenvermehrung durch Theilung betrifft, ſo läßt ſich davon bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung geben.

Elementarformen unorganiſirter Stoffe.

Von den unorganiſirten Stoffen können hinſichtlich der Geſtalt, welche die kleinſten Theilchen annehmen, nur die feſten Verbindungen in Betrachtung kommen; denn die kleinſten Theile der Gaſe und Flüſſigkeiten entziehen ſich ganz der Wahrnehmung. Auch ſind alle organiſirten Theilchen feſt, oder in einem an den feſten nahe angrenzenden Zuſtande, ſo daß eine Vergleichung der Formen der organiſirten und unorganiſchen Stoffe, wenn ſie überhaupt nach dem heutigen Stande unſerer Kenntniſſe möglich iſt, ſich immer nur auf die feſten Körper beſchränkt.

Die Formen der unorganiſirten feſten Körper ſind von Harting mit großer Sorgfalt unterſucht *). Er ließ die Auflöſungen reiner chemiſcher Verbindungen, deren Reaktion bekannt war, ſich unter dem Mikroſkop vermiſchen und beobachtete auf dieſe Weiſe die Niederſchläge in ihrem Entſtehen und die ſucceſſiven Veränderungen ihrer Geſtalt. Die Re-

*) Bulletin, 1840, p. 287.

ſultate jener Unterſuchung ſind mir durch die gütige Mittheilung Harting's vor einigen Jahren bekannt geworden.

Er hat mit Hülfe eines ſtark vergrößernden Mikroſkops vier Hauptformen unterſchieden, nämlich die kryſtalliniſche, molekuläre, die durchſcheinend häutige und gelatinöſe Form.

Außer dieſen kommen noch andere abgeleitete Formen vor, welche theils durch Verbindung der primären unter einander, theils bei ſtarker Concentration der zur Reaktion angewandten Auflöſungen durch Aufeinanderhäufung der Theilchen entſtehen. Nach Harting können demnach die vier genannten Hauptformen als die Elementarformen der mikroſkopiſchen unorganiſchen feſten Theilchen angeſehen werden.

Die kryſtalliniſche Form iſt nicht ſehr häufig. Jod präcipitirt ſich kryſtalliniſch, wenn man ſeine Tinktur mit Waſſer vermiſcht; ſchwefelſaurer Kalk aus der Auflöſung von Chlorcalcium und ſchwefelſaurem Natron; phosphorſaures Bleioxyd aus Auflöſungen von ſalpeterſaurem Bleioxyd und Phosphorſäure u. ſ. w. Verbindungen, welche überhaupt nicht kryſtalliſiren, nehmen auch bei langſamer Fällung verdünnter Auflöſungen keine Kryſtallform an, woraus hervorgeht, daß die mikroſkopiſchen kryſtalliniſchen Körper aus Molekülen beſtehen, welche ſchon bei ihrer erſten Gruppirung Kryſtallform beſitzen. Dahin gehören demnach alle mikroſkopiſchen Theilchen jeder Art von regelmäßigen Kryſtallen.

Die molekuläre Form hat Harting bei derſelben Vergrößerung beobachtet, mit welcher er die kryſtalliniſchen Niederſchläge unterſchied, welche, wenn die Kryſtalle einen kleinern Durchmeſſer als $^1/_{500}$ Millimeter hatten, nicht mehr deutlich zu erkennen waren. Man kann daraus auf die Größe der Theilchen ſchließen, welche nach Harting die molekulären Niederſchläge bilden, und darf annehmen, daß die Kleinheit derſelben die Entſcheidung, ob ſie kryſtalliniſch ſind oder nicht, unmöglich macht. Wir müſſen es daher dahin geſtellt ſein laſſen, ob die molekuläre Form von der kryſtalliniſchen

wirklich verschieden ist. Molekuläre Niederschläge erhält man aus Auflösungen von Chlorgold und Eisenvitriol (Gold), von kieselsaurem Kali und Salzsäure (Kieselsäure), von Sublimat und Aetzkali (Queckſilberoxyd), von schwefelsaurem Manganoxydul und Ammoniumsulfhydrat (Schwefelmangan) u. s. w. Sie bestehen aus kleinen rundlichen Theilchen, deren Form sich nicht mehr erkennen läßt, und deren Durchmesser selten mehr als $^1/_{1000}$ Millimeter beträgt. Sie besitzen eine große Neigung, sich zu Flocken zu vereinigen oder Lamellen zu bilden. Von allen untersuchten Verbindungen fand Harting nur das Bleialbuminat selbst nach einigen Tagen noch aus isolirten Partikelchen bestehend, deren Größe zwischen $^1/_{800}$ und $^1/_{3000}$ Millimeter variirte. Präcipitirter Schwefel, dessen Größe Harting auf $^1/_{1500}$ Millimeter schätzt, zeigt nach seiner Berechnung einen solchen Grad von Vertheilung, daß ein einziges Milligramm 1687 Millionen solcher Schwefeltheilchen enthält.

Die molekulären Niederschläge, namentlich der Schwefel und das Bleialbuminat, zeigen die von Brown beobachteten Bewegungen sehr deutlich, Bewegungen, welche theils durch chemische, theils durch physikalische Kräfte veranlaßt sein können, und welche für verschiedene mikroskopische Körper verschiedenen Ursprung haben müssen.

Die durchscheinend häutige Form ist eine der schönsten und merkwürdigsten, welche ein Körper annimmt, wenn er aus Auflösungen ausgeschieden wird. Solche Niederschläge geben schwefelsaures Eisenoxydul und Aetzkali (Eisenoxydulhydrat), Zinnchlorür und Ammoniak (Zinnoxydulhydrat), schwefelsaures Manganoxydul und Ammoniak (Manganoxydulhydrat), Kaliumeisencyanür und schwefelsaures Eisenoxyd (Berliner Blau), salpetersaures Queckſilberoxydul und Kaliumeisencyanür (Queckſilbereisencyanür) und mehrere andere unlösliche Doppelcyanüre; endlich eine concentrirte Auflösung von Chlorcalcium und kohlensaurem Kali oder

Natron (kohlenſaurer Kalk) bei gewöhnlicher Temperatur u. ſ. w.

Die durchſcheinend häutigen Niederſchläge ſind zuweilen ſehr voluminös und bilden dünne Lamellen, worin ſich auch bei ſehr ſtarker Vergrößerung nicht die kleinſte Spur von Kügelchen, noch anderen Formen entdecken läßt; es ſind wahre Häute, welche beim Zuſammentreffen der beiden Tropfen, durch deren Vereinigung der Niederſchlag entſteht, in verſchiedenen Richtungen gebogen und gefaltet werden. Gleich nach ihrer Bildung ſind ſie vollkommen durchſcheinend, aber alsbald geht damit eine Veränderung vor, ſie werden undurchſichtig, und es laſſen ſich Partikeln unterſcheiden, welche durch Vereinigung ſehr kleiner, wenig zuſammenhängender Theile des Häutchens zu einer Gruppe entſtehen. Das Häutchen wird in Folge dieſer Veränderung lockerer und dünner. Harting nennt dieſe Form häutig-molekulär. Sie entſteht zuweilen unmittelbar, z. B. durch Fällung von ſchwefelſaurem Eiſenoxyd mit Kali (Eiſenoxydhydrat), oder von ſalpeterſaurem Zinkoxyd mit Ammoniak (Zinkoxydhydrat) u. ſ. w. Wenn der Niederſchlag anfangs durchſcheinend iſt und erſt ſpäter die häutig molekuläre Form annimmt, ſo behält er dieſelbe zuweilen bei; oftmals und wohl meiſtens verſchwinden die Häutchen und hinterlaſſen Flocken. Die Moleküle, welche zuerſt in dem Häutchen ſichtbar waren und durch Zuſammengruppirung der Theilchen, woraus das Häutchen beſteht, entſtanden ſind, vergrößern ſich fortwährend durch eine ſtärkere Anhäufung derſelben; das Häutchen reißt, und es bleiben Flocken übrig, oder letztere ziehen ſich noch mehr zuſammen und bilden Körnchen, das Endprodukt der Attraktion der kleinen Theilchen.

Ueber die Natur der Theilchen, welche das durchſichtige Häutchen darſtellen, iſt wenig zu ſagen. Letzteres bildet ſich an der Berührungsſtelle der beiden Tropfen, aus deren Vereinigung jener Niederſchlag entſteht. Eines Mehreren bedarf

es nicht, um die Bildung des Häutchens zu erklären. Die weniger concentrirte der sich berührenden Flüssigkeiten verliert (im Verhältnisse der Aequivalente) die aufgelöst'e Verbindung, indem letztere durch die in dem andern Tropfen gelöst'e Substanz ausgefüllt wird; die Präcipitation ist an der Berührungsfläche vollkommen und geschieht momentan, so daß beim Zusammenfließen der beiden Tropfen keine weitere Veränderung wahrzunehmen ist; oder der Niederschlag ist so dicht und zusammenhängend, daß von den beiden Auflösungen kaum Etwas hindurchdringen kann. Aus diesem Grunde scheint mir jenes Häutchen weder in seinem Werden, noch seiner Beschaffenheit nach mit organischen Häuten eine Analogie darzubieten.

Es erleidet kaum einen Zweifel, daß die zuerst gefällten Partikelchen, woraus das vollkommen durchsichtige Häutchen besteht, äußerst klein sind. Vielleicht lassen sie Wasser zwischen sich hindurch und werden auf diese Weise als kleine Theilchen selbst bei der stärksten Vergrößerung unsichtbar.

Die gelatinöse Form der Niederschläge nimmt z. B. die Thonerde an bei der Fällung von schwefelsaurer Thonerde mit Ammoniak, ferner die Beryllerde, und Kieselfluorkalium, wenn es aus kohlensaurem Kali durch Kieselfluorwasserstoffsäure gefällt wird. Jene Niederschläge sind ganz durchscheinend, und es lassen sich darin keine isolirte Theilchen erkennen, wahrscheinlich weil dieselben ganz mit Wasser getränkt sind, das sie in bestimmten Verhältnissen zurückhalten. Auch für die durchsichtigen häutigen Niederschläge läßt sich annehmen, daß in der ersten Zeit der Fällung Hydrate entstehen, welche bei der Metamorphose der Theilchen in Körnchen u. s. w. ihre Zusammensetzung ändern, indem sie sich in andern Verhältnissen mit Wasser vereinigen oder auch alles Wasser verlieren *).

*) Harting hat später (Zeitschrift für Naturgeschichte, 1843) die gelatinöse Form auf die häutige zurückgeführt.

Von Harting's Beobachtungen weichen die Angaben von Link*) ab, welcher gefunden zu haben glaubt, daß alle Niederschläge zu Anfang kleine Kügelchen seien, welche sich zu größeren vereinigen und eine solche Beweglichkeit besitzen, wie Quecksilbertropfen; und daß diese Kügelchen erst später plötzlich zu Krystallen werden. Sie bilden bald Plättchen (plaatjes), bald gelatinöse Massen.

Nach dieser Ansicht Link's sind die gefällten krystallinischen Körper ursprünglich bei der Fällung noch nicht krystallinisch, sondern bewegliche isolirte Tröpfchen, welche erst später fest werden. Auch ist nach ihm die Krystallisation ein späterer Akt, dem die Entstehung des festen Körpers vorausgeht, und es soll der Niederschlag vor der Krystallisation aus kleinen Kügelchen bestehen, welche man wahrnimmt, wenn man ihn gleich nach dem Zusammentreffen der beiden Flüssigkeiten untersucht. Durch Vereinigung jener Kügelchen entsteht nach Link plötzlich der Krystall mit seiner eigenthümlichen Form.

Harting hat hiergegen**) sein Bedenken geäußert und meiner Ansicht nach bewiesen, daß Link nicht genau beobachtete. Das beste Mikroskop giebt von sehr kleinen Gegenständen immer ein undeutliches Bild, so daß sich über die wahre Form nicht mehr mit Bestimmtheit entscheiden läßt, und was Link unter Kügelchen versteht, muß nach Harting einfach Moleküle genannt werden. Dies gilt schon von Theilchen, welche $^1/_{2000}$ Millimeter im Durchmesser haben; zwar hat Link von Kügelchen mit 0,00003 Millimeter gesprochen; doch stellt Harting mit Recht die Richtigkeit solcher Angaben in Abrede, wenn es auch immer wahrscheinlich bleibt, daß die kleinsten Theilchen der festen Körper kugelförmig sind.

*) Jahresbericht, 1840, S. 3, und Poggendorff's Annalen, Bd. 46, S. 258, und De la formation des corps solides, Berlin 1841.

**) Zeitschrift für Naturgeschichte.

So weit meine Erfahrung und Einſicht in jene Unterſuchungen reicht, kann ich von den häutigen Niederſchlägen, welche bei einer zwölfhundertmaligen Vergrößerung beobachtet wurden, beſtätigen, daß die urſprüngliche Form derſelben eine lamelläre iſt, und daß ſich erſt ſpäter einzelne Theilchen darin unterſcheiden laſſen, während man unmittelbar nach der Fällung nichts als ein homogenes Häutchen wahrnimmt. Dies gilt namentlich von den Eiſendoppelcyanüren.

Die häutige Form der Niederſchläge ſcheint die kleinſte nachweisbare Form zu ſein, worin feſte unorganiſche Körper vorkommen. Die Theilchen ſelbſt können nicht mehr deutlich erkannt und unterſchieden werden, und über ihre Geſtalt läßt ſich daher Nichts mit Beſtimmtheit ſagen. Man weiß nur, daß ſie ſich zu wahrnehmbaren Körpern vereinigen, welche bald regelmäßige, bald unregelmäßige Formen beſitzen, und welche im erſten Falle ihre Form beibehalten, indem ſich neue Theilchen der feſten Subſtanz auf die bereits vereinigten niederſchlagen; daß ſie ferner zuerſt feſt werden und als ſelbſtſtändige kleine Partikelchen neben einander beſtehen, welche ſich ſpäter gruppiren und unter einander zu einem größern Individuum vereinigen, und daß die kleinſten feſten Theilchen, wenn es zwiſchen dem flüſſigen und feſten Zuſtande für ſie einen intermediären giebt, nicht ſogleich bei ihrer Entſtehung, ſondern erſt nach einiger Zeit ſich zu einem größern Ganzen verbinden, daß endlich das neue Ganze zuweilen eine kryſtalliniſche Beſchaffenheit hat, aber niemals ſich als hohles Beutelchen darſtellt, welches, wie bei der Zellenbildung, etwas Neues producirt oder von Innen heraus ein neues Individuum hervorbringt.

Harting und vor ihm ſchon Leeuwenhoek und Ehrenberg haben bei Unterſuchung der Art und Weiſe, wie Kryſtalle wachſen, gefunden, daß ein kleiner in der Auflöſung ſchwimmender Kryſtall ſich unmerkbar vergrößert. Link ſieht auch hier kleine Kügelchen, welche ſich an den fertigen

Kryſtall anlegen. Hierüber läßt ſich nichts Beſtimmtes angeben; denn man kann nicht wahrnehmen, im welchem Zuſtande ſich die Theilchen feſter Körper in dem Augenblicke befinden, wo ſie in Begriff ſind, einen Theil des Kryſtalls auszumachen, noch wie ſich ein feſter Körper verhält, wenn er eben die erſte Spur von einem Kryſtall bildet. So viel ſteht feſt, daß keine andere wahrnehmbare Formen vorausgehen, und daß die erſten Spuren von Kryſtalliſation ſich durch die Entſtehung von Theilchen bemerkbar machen, welche, dem Auge ſichtbar, gradezu für kleine Kryſtalle angeſehen werden müſſen. Was ſie ſind, bevor man ſie wahrnehmen kann, iſt natürlich unbekannt; aber daß die allerkleinſten Theilchen der kryſtalliniſchen Körper kleine Kryſtalle ſein ſollen, iſt unwahrſcheinlich.

Harting zieht aus der Beobachtung, daß ein Kryſtall ſich unmerklich vergrößert, den richtigen Schluß, daß die Schichten deſſelben unendlich dünne Lamellen ſind, und daß, da ſolche Lamellen immer noch aus kleinen Kryſtallen beſtehen, die Kryſtalltheilchen auch dann noch kryſtalliniſch ſind, wenn man ſie bei der ſtärkſten Vergrößerung nicht mehr wahrnehmen kann, einer Vergrößerung, wobei ſich Körper von $\frac{1}{2000}$ bis $\frac{1}{3000}$ Millimeter unterſcheiden laſſen. Da nun die Kryſtallflächen ſich unmerkbar vergrößern, und die kryſtalliniſchen Theilchen, woraus ſie beſtehen, unſichtbar ſind, ſo iſt auch das erſte kryſtalliniſche Partikelchen, oder der Kern des Kryſtalls nicht mehr zu erkennen, und es bleibt uns deshalb die Form der kleinſten Kryſtalltheilchen durchaus unbekannt.

Zuſammenhang zwiſchen den Elementarformen der unorganiſirten und der organiſirten Körper.

Man hat häufig verſucht, zwiſchen den Elementarformen organiſcher und unorganiſcher Körper einen Zuſammenhang aufzufinden, und hat der Erforſchung dieſes Gegenſtandes, wie aus den vielen in dieſer Abſicht unternommenen Arbeiten hervorgeht, eine übertriebene und meiner Anſicht nach ganz unverdiente Wichtigkeit beigelegt. Wenn die kleinſten ſichtbaren Theile der Körper, welche die Organe bilden, denjenigen gleich wären, die als Beſtandtheile der unorganiſchen Natur gradezu unfähig ſind, irgend eine Funktion zu erfüllen (S. 96.), ſo würden ſich die Schwierigkeiten, welche die Erklärung der Zellenbildung u. ſ. w. an und für ſich ſchon verurſacht, nur noch häufen. Denn gerade aus der Natur der Elemente, aus der ungleichen Gruppirung und den abweichenden Formen, welche die einfachſten Theilchen annehmen können, muß der Unterſchied hergeleitet werden, welcher zwiſchen organiſirten und unorganiſirten Körpern, zwiſchen Kryſtall- und Zellenbildung beſteht.

Kein Kryſtall vermag die Funktion eines zuſammengeſetzten Organs, ſelbſt nicht einmal die einfache Verrichtung einer Zelle zu übernehmen, nämlich Verbindungen hervorzubringen, welche befähigt ſind, Zellenform anzunehmen. Ein aus Säulen oder Würfeln beſtehendes Organ iſt undenkbar. Würde einmal eine den kleinſten ſichtbaren Theilen der Kryſtalle und Organe gemeinſchaftliche Form aufgefunden, ſo wären die Kryſtallographie und Hiſtologie bis jetzt nicht nur noch ganz uncultivirte Felder geweſen, ſondern die Aufgabe dieſer Wiſſenſchaften würde für immer außer dem Bereich des menſchlichen Geiſtes liegen.

Das Suchen nach Analogie zwiſchen den Grundformen

der organisirten und unorganischen Elementartheilchen hat ohne Zweifel seinen Grund in einer verkehrten Auffassung der Thatsache, daß in dem organischen Reiche ähnliche chemische Verbindungen gefunden werden, wie sie in der unorganischen Natur vorkommen, und daß die organische Welt aus unorganischen Stoffen zusammengesetzt ist und durch sie erhalten wird: eine Wahrheit, welche erst in neuester Zeit anerkannt worden ist. Wenn aber die Grundformen gleich sind, wo hat man den Grund zu den spätern Verschiedenheiten zu suchen? Ist nicht grade die abweichende Form der Elementartheilchen Ursache der Formverschiedenheit des daraus zusammengesetzten Ganzen? Muß sich nicht auch die Form der Bausteine und der andern Materialien nach der Beschaffenheit und dem Zwecke des Gebäudes richten, welches daraus zusammengesetzt werden soll?

Von welcher Seite man die Sache betrachtet, mag man die organische Zusammensetzung irgend eines Theils des Thier- und Pflanzenreichs, oder die Lagerung und Schichtung der Krystalltheilchen, oder mag man die Funktionen ins Auge fassen, welche nur die eine Körperreihe erfüllt, irgendwo muß die Verschiedenheit ihren Anfang nehmen, welche, in der ursprünglichen Richtung fortschreitend, sich in ihren Folgen immer deutlicher offenbart und das organische Reich von dem unorganischen immer mehr entfernt.

Wenn nun, wie ich im ersten Abschnitte darzulegen gesucht habe, jene Verschiedenheit in der chemischen Natur des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs und Sauerstoffs ihren Grund hat, denen sich noch einige andere Körper hinzugesellen, so muß sie sich von diesem Punkte an in der Organisation derjenigen Elementartheile zu erkennen geben, welche ein Organ zusammensetzen. Ein jedes dieser Theile hilft die Funktion erfüllen, welche den Charakter des Organs bestimmt; sie sind selbst Organe und können daher weder dieselbe Struktur haben, noch auf die nämliche Weise ent-

stehen, wie die unorganisirten Körper, welche in dem einmal angenommenen Zustande verharren, bis einmal eine äußere Ursache ihre Lage verändert. Die ununterbrochene Thätigkeit – ein Hauptkennzeichen des organischen Lebens und also auch der kleinsten Organe, der elementaren Grundformen — erfordert besondere Formen und besondere Kräfte, wodurch beide, die Thätigkeit und Form, hervorgerufen werden.

Sind also die Lebenserscheinungen eine Reihe von Folgen, Folgen von eigenthümlichen Zuständen (der Zusammensetzung und der Formen) der Körper, so muß eine Grundursache vorhanden sein, deren erste Wirkung sich nothwendig offenbart nicht in der Erfüllung einer Funktion, — denn diese ist erst spätere Folge — sondern in der Hervorbringung gewisser Formen, welche wir als nothwendige Bedingungen für die Funktion anerkennen. Es muß daher, wo bestimmte Formen erzeugt werden sollen, die erste Ordnung der Moleküle schon den Keim jener Formen einschließen, mit andern Worten: die erste durch Gruppirung der Moleküle entstandene wahrnehmbare Form muß dem Zwecke jener Gruppirung entsprechen und demnach zu der später zu vollbringenden Funktion des Organs in ähnlicher Beziehung stehen, wie die Funktion mit dem ganzen Leben des Individuums harmonirt.

Jenen Zusammenhang ergründen, heißt die Mittel und Wege entdecken, deren sich die Gottheit bei der Schöpfung der organischen Natur bedient hat. Dies ist die höchste Aufgabe der Naturwissenschaft; ihr nächstes Ziel ist, die bestehende Regelmäßigkeit kennen zu lernen, um später von den allerersten Ursachen durch alle Phasen hindurch die letzten Wirkungen abzuleiten.

Die Uebereinstimmung, welche man bei den Formen der mikroskopischen Theilchen der Thier- und Pflanzenwelt und der unorganischen Körper aufgefunden zu haben glaubt, beschränkt sich allein auf die Aehnlichkeit ihrer blasenförmigen Gestalt. Man ging zunächst von der Zellentheorie aus,

und als man bei den unorganiſchen Stoffen runde mikroſkopiſche Theilchen entdeckte, hielt man ſie für Kernkörperchen. Aber wo giebt es ſonſt noch eine Analogie zwiſchen den kleinen runden Körperchen der Zellen und Niederſchläge? Hat man je beobachtet, daß aus einem Kernkörperchen ein Niederſchlag entſtanden iſt, gleich wie ſich daraus eine Zelle bildet? Iſt etwa ein Niederſchlag auch ein mit einer Flüſſigkeit gefülltes Bläschen? Hier verläßt uns alle Analogie, und das einzige, was übrig bleibt, iſt: daß Kernkörperchen und die kleinſten Theile mancher Niederſchläge beide rund zu ſein ſcheinen; wahrlich eine Uebereinſtimmung, woraus ſich nicht mehr folgern läßt, als daß die allgemeinen Geſetze der Attraktion für alle kleinen Gruppen von Molekülen gelten, gleichviel ob es organiſche oder unorganiſche Moleküle ſind. Aber mit ganz allgemeinen Geſetzen erklärt man keine beſondere Reihe von Erſcheinungen, nicht die Unterſchiede zwiſchen Leben und Nicht-Leben.

Meiner Ueberzeugung nach hat man für die Erklärung der Bildung eines Zellenhäutchens Nichts mit der Kenntniß von der Entſtehung der Niederſchläge gewonnen. Bei dem Verbrennen der Zellenmembran bleiben unorganiſche Stoffe: Kieſelerde, Kalk und Kali, zurück; aber wie man daraus folgern kann, daß die Zellenwand einem Niederſchlage gleiche, will mir nicht einleuchten. Unorganiſche Stoffe gehören zu den Beſtandtheilen der Gewebe eben ſo gut, wie die organiſchen Elemente; der Pflanzenzellenſtoff kommt ſehr ſelten ganz frei von unorganiſchen Beſtandtheilen vor; er iſt damit chemiſch verbunden. So giebt es eine Verbindung von Celluloſe und Kalk; wenn man hierin den Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff durch Glühen austreibt, ſo bleibt natürlich der Kalk zurück.

Meiner Anſicht nach muß in die Erklärung von der Entſtehung der Elementartheile des organiſchen Reichs, wenn ſie nicht unvollſtändig bleiben ſoll, noch der Begriff von

Activität, von Funktion aufgenommen werden; ein Begriff, der ſchon in der Vorſtellung liegt, die wir uns von den aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff beſtehenden organiſchen Gruppen machen, inſofern ſie durch chemiſche Kräfte eine beſtändige Veränderung erleiden. Das kleinſte Molekül, welches ſich mit andern zu einem Kernkörnchen verbindet, iſt ſchon ein Organ, erfüllt bereits eine Funktion. In ihm liegt die Fähigkeit zu produciren, und es iſt in dieſem Sinne ein Individuum, nicht ein gewöhnliches Molekül, ſondern ein actives, ſchaffendes Molekül. Es unterſcheidet ſich dadurch von einem Niederſchlag, welcher durch bloße Aneinanderreihung ſeiner Theilchen körnig wird, ohne daß ſich dabei eine andere Thätigkeit kund giebt.

Die Wirkſamkeit, welche wir Leben nennen, beruht in der eigenthümlichen Beſchaffenheit der vier Grundſtoffe, des Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs, Stickſtoffs und Sauerſtoffs, und tritt hervor, wenn ihre Verbindungen in beſtimmte Verhältniſſe gelangen. Man könnte letztere chemiſche Verhältniſſe nennen, obſchon ſie ſich von denjenigen unterſcheiden, welche wir gewöhnlich darunter verſtehen, in ſo fern wir ſie künſtlich, nur ſchwierig oder gar nicht herbeizuführen im Stande ſind. Die nächſte Folge dieſer günſtigen Umſtände iſt die Hervorbringung eigenthümlicher Verbindungen mit eigenthümlichen Geſtalten, welche nicht aufhören, eine gewiſſe Thätigkeit an den Tag zu legen, ſo lange ſie in jener Lage bleiben. Will man daher in obiger Hypotheſe ſtatt des Wortes „Präcipitation" ſetzen: eigenthümliche chemiſche Gruppirung mit der Fähigkeit der Entwickelung neuer Stoffe und neuer Formen, welche als Folgen der Geſammtwirkung der conſtituirenden Elemente angeſehen werden müſſen, ſo wird nichts Erhebliches dagegen einzuwenden ſein.

Mit wenigen Worten könnte man Leben und Lebensäußerungen bezeichnen: als den Chemismus der vier organiſchen Elemente, des Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs, Stickſtoffs und

Sauerstoffs mit allen seinen Folgen, wenn auch manche Lebenserscheinungen für jetzt nach dieser Definition noch keine Erklärung finden.

Ich glaubte hier die Frage über die Bildung der Elementarformen specieller berühren zu müssen; im Uebrigen verweise ich ganz auf den ersten Abschnitt des vorliegenden Werkes. Sie beruht allein auf chemischer Wirkung, ist aber darum noch keine Präcipitation. Die Reduktion des Eisens im Hohofen und die Oxydation brennbarer Körper sind chemische Processe, aber darum immer noch keine Präcipitationen.

Unorganische Stoffe im organischen Reich.

Man hat beobachtet, daß nach der Verbrennung der Pflanzenorgane eine Asche zurückbleibt, welche das Skelett des Organs vorstellt. Göppert fand es aus Kali und Kalk bestehend *), aber es kommen darin jedenfalls noch andere Basen vor. Viele Pflanzen hinterlassen nach dem Glühen einen Rückstand von Kieselerde, welche die Gestalt der Zelle beibehalten hat und dann eine feine schwammige Masse bildet.

Die Kieselsäure wird von den Pflanzen als kieselsaures Kali aufgenommen und später aus dieser Verbindung durch Pflanzensäuren ausgeschieden, wobei sich pflanzensaures Kali bildet, welches von dem Pflanzensaft aufgelöst und weiter fortgeführt wird. Je nach der Natur des verbrannten Organs erhält man verschiedene Formen des schwammigen Rückstandes; z. B. liefern die Spiralgefäße immer eine deutlich spiralförmig gewundene Asche.

Die meisten der unorganischen Stoffe lassen sich, durch verschiedene Lösungsmittel ausziehen, z. B. die Kieselerde durch Kali und die Basen mit Salzsäure.

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 38, S. 568.

Ob man die unorganiſchen Baſen, Salze und Säuren als weſentliche Beſtandtheile der Pflanzenorgane betrachten muß, oder ob ſie bloß darin abgeſondert liegen, darüber ſind die Pflanzenphyſiologen nicht einig. Morren und Reade*) erklären ſich für das Erſtere.

Die Sache liegt übrigens der Entſcheidung nahe.

Manche Schimmelpflanzen liefern den unzweideutigen Beweis, daß Zellenreihen ohne unorganiſche Beſtandtheile exiſtiren können.. Mycoderma vini z. B. hinterläßt keine Spur von Aſche**). Auch aus den Schimmelpflanzen, welche ich in großer Menge aus Milchzucker ſich bilden ſah, erhielt ich nicht die geringſte Menge eines feſten Rückſtandes. Die Cellularpflanzen bedürfen alſo der unorganiſchen Beſtandtheile zu ihrer Exiſtenz nicht.

Erwägt man auf der andern Seite, daß ſo viele Pflanzen immer die nämlichen unorganiſchen Stoffe enthalten, ſo muß man die Ueberzeugung gewinnen, daß letztere zur Erreichung gewiſſer Zwecke nothwendig und nicht etwa zufällig darin vorhanden ſind.

Dies gilt indeſſen nicht von allen in den Pflanzen vorkommenden Stoffen auf gleiche Weiſe. Die in den Zellen abgelagerte Kieſelerde oder der kohlenſaure Kalk und andere Niederſchläge haben in den Räumen, wo ſie eingeſchloſſen ſind, eine paſſive Stellung und ſind auf paſſive Weiſe entſtanden. Sie ſind den Niederſchlägen, welche ſich außerhalb des organiſchen Reichs bilden, gleich zu ſtellen und werden grade wie jene dadurch erzeugt, daß ſich mit dem Inhalte einer Zelle, die eine feſte Subſtanz aufgelöſt enthält, eine andere auflösliche Verbindung vermiſcht, welche zuſammen einen Niederſchlag geben. Wenn ſich z. B. mit dem Pflanzenſaft, worin kieſelſaures Kali aufgelöst iſt, eine organiſche

*) London and Edinb., Phil. Mag., Nov. 1837, p. 413.

**) Scheik. Onderz., Deel I. p. 539.

Säure, z. B. Oxalsäure mengt, so muß sich oxalsaures Kali und freie Kieselsäure bilden. Die Zahl der auf diese Weise auf oder in der Zellenmembran abgeschiedenen Stoffe ist sehr groß. Auch in die mit Salzauflösungen imprägnirten Wände treten oftmals andere Flüssigkeiten ein, welche Niederschläge erzeugen, die sich dann in den kleinen hohlen Räumen derselben festsetzen. Derselbe Proceß geht vor sich, wenn man Papier mit einer Auflösung von Chlorcalcium tränkt und darauf mit kohlensaurem Natron übergießt. Der Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet sich hier zwischen den Papierfasern, grade wie in der Zellenmembran.

Die im Wasser unlöslichen Salze, welche auf diese Weise in großer Anzahl in den thierischen und Pflanzenorganen abgelagert werden, bleiben daselbst so lange liegen, bis später einmal eine auflösende Flüssigkeit dahin gelangt, z. B. eine Säure, welche die Niederschläge aus der Zellenwand auf gleiche Weise auflöst, wie wir mit Salzsäure kohlensauren Kalk, kohlensaure Magnesia, phosphorsauren Kalk, Eisenoxyd u. s. w. aus dem Filtrirpapier ausziehen. Aber solche sauren Flüssigkeiten treten nur in gewissen Pflanzen auf. Die Säfte sehr vieler anderer Pflanzen enthalten niemals freie Säure, und hier kann also durch eine Säure ein Niederschlag nicht wieder aufgelöst werden.

Payen*) hat solche Präcipitate in den Ficusarten, F. ferruginea, laurifolia u. s. w. untersucht. Es sind gestielte, knotenförmige, mit einem kalkhaltigen Niederschlage überzogene Körperchen, welche er besonders in Parietaria lusitanica und arboreä sehr groß fand. Sie waren cylindrisch in Celtis australis. Man findet sie am häufigsten an der äußersten Oberfläche unter der Oberhaut. Ein großes Blatt von Broussonetia papyrifera enthielt 134000 solcher Körperchen. Nach Payen findet man kohlensauren Kalk zu-

*) Comptes rendus, II. p. 401, 1840.

weilen zwiſchen den Parenchymzellen der Blätter und ihren Nerven, in den Blattſtielen und Stämmen.

Mitunter iſt der kohlenſaure Kalk ſogar in Pflanzen enthalten, deren Saft ſo ſauer iſt, daß er mit Kreide Kohlenſäure entwickelt. Payen meint, daß der Niederſchlag in dieſem Falle durch das kohlenſaure Ammoniak der Luft entſteht, was übrigens nicht wahrſcheinlich iſt.

Die Kieſelſäure, welche kryſtalliſirt die Zellen der Gramineen, Characeen und Equiſetaceen erfüllt, kommt nach Payen an der Oberfläche vieler — vielleicht aller — Blätter vor. Er fand ſie hin und wieder auch in den Intercellulargängen in Geſtalt ſphäroidiſcher Concremente. Während ſie in der Epidermis aller Pflanzen die Zellenwände regelmäßig inkruſtirt, kommt ſie zuweilen auch in den innern Zellen vor, aber doch viel weniger allgemein. Welchen Dienſt ſie daſelbſt leiſtet, iſt ganz unbekannt.

Chara translucens überzieht ſich mit Kieſelſäure, während Chara vulgaris unter den nämlichen Verhältniſſen mit Kieſelſäure und zugleich mit kohlenſaurem Kalk, und Chara hispida nur mit kohlenſaurem Kalk ſich bedeckt *).

Was von den unorganiſchen Beſtandtheilen der Pflanzen gilt, findet auch auf viele Theile des thieriſchen Körpers Anwendung, namentlich auf die Salze der Knochen und Zähne. Dieſe ſind darin für Flüſſigkeiten leicht zugänglich und laſſen ſich künſtlich ohne Mühe ausziehen. So löſt man z. B. durch Salzſäure die Kalkſalze der Knochen, Zähne, des Elfenbeins u. ſ. w. auf. Ein ähnlicher Proceß geht in manchen Krankheiten in dem Körper vor ſich, z. B. bei der Erweichung der Knochen, in Rhachitis u. ſ. w., wo die Auflöſung durch eine ſaure Flüſſigkeit geſchehen kann. Das ſeiner Natur nach alkaliſche Blut muß deshalb in jener Krankheit

*) Die ſpeciellern Angaben von Payen findet man in den Mémoires sur les développements des végétaux, p. 313.

eine wesentliche Veränderung erlitten haben, die Ernährungsflüssigkeit, welche aus den Knochen tritt, muß sauer oder wenigstens so beschaffen sein, daß sie Kalksalze aufzulösen vermag.

Die Beingeschwulst und dergleichen Abnormitäten sind Beispiele einer krankhaften Absonderung von Kalksalzen an fremdartigen Stellen, die Exostose ein Fall von einer Ausbreitung des Gewebes, worin sich die Kalksalze gewöhnlich ausscheiden.

Die Schaalen der Schaalthiere, die Decken der Schildkröten und manche andere animalische Produkte entstehen auf die nämliche Weise.

Außer jener passiven Absonderung der unauflöslichen unorganischen Stoffe giebt es eine active, eine chemische Verbindung derselben mit den organischen Theilen der Gewebe, so daß sie wesentliche Bestandtheile derselben ausmachen. Dazu liefert besonders das Thierreich eine Menge von Beispielen. Die unorganischen Stoffe lassen sich von dem Faserstoff des Blutes und vom coagulirten Eiweiß durch eine Säure nicht vollständig trennen; und ist die Verbindung derselben schon innig bei solchen Körpern, welche ursprünglich aufgelöst waren, wie viel mehr wird sie es bei den an und für sich festen Körpern sein. Das Bindegewebe enthält in dieser Weise eine bedeutende Menge kohlensauren und phosphorsauren Kalk, und im Chondrin findet man davon noch weit mehr, kurz sie kommen in allen Geweben, in allen animalischen Stoffen vor. In den Blutkörperchen sind sie mit dem Zellenhäutchen so innig vereinigt, daß sie nach der Verbrennung des letzteren mit der den Blutkörperchen eigenthümlichen Gestalt zurückbleiben*).

Es ist nicht schwer, die Frage zu beantworten, durch

*) Man erhält dabei übrigens auch die Salze des Blutwassers eingemengt, womit die Blutkörperchen befeuchtet, wovon sie durchdrungen sind.

welche Kraft die unorganiſchen Stoffe in den angeführten Beiſpielen mit den organiſchen verbunden ſind, wie es z. B. geſchieht, daß in der Zellenwand einer jungen Zelle, welche aus Celluloſe beſteht, oder in den Spiralfaſern der Pflanzen unorganiſche Materien zurückbleiben. Die Urſache jener Erſcheinung iſt ohne Zweifel die nämliche, welche bewirkt, daß Metalloxyde an Stoffen, wenn ſie gefärbt werden, z. B. Eiſenoxyd und Thonerde an Kattun und andern Geweben haften. Aber die Natur dieſer Anziehung iſt nicht genau bekannt. Bergmann, Macquer und Bartholle t ſahen jene Verbindungen für chemiſche Verbindungen an, Andere haben ſie mit der Eigenſchaft der Holzkohle, Metallſalze, Farbſtoffe und Gaſe zurückzuhalten, verglichen und halten ſie demnach für Folgen einer Anziehung auf geringe Entfernungen in unbeſtimmten Verhältniſſen *).

Man kann mit Grund behaupten, daß in dem ganzen organiſchen Reich keine Subſtanz bekannt iſt, welche eine abſolute Indifferenz, welche gar keine Fähigkeit beſitzt, ſich mit andern Körpern zu vereinigen. Auch die Celluloſe, der Hauptbeſtandtheil der jungen Pflanzenzellen, iſt keine indifferente Verbindung, ſie hat im Gegentheil das Vermögen, Kalk, Kali, Magneſia und Eiſenoxyd aufzunehmen und ſich chemiſch damit zu verbinden. Wenn die Formel: $C_{24} H_{42} O_{21}$ der Ausdruck ihrer rationellen Zuſammenſetzung iſt, ſo wird die Quantität der unorganiſchen Baſis, welche ſich damit zu einer neutralen Verbindung vereinigt, ſo groß ſein, daß ihr Sauerſtoffgehalt $1/21$ von dem der Celluloſe beträgt.

Es iſt daher eher zu verwundern, daß man in der Zellenwand nicht noch eine größere Menge unorganiſcher Baſen findet, als dies der Fall iſt. Die Abweſenheit freier Baſen in manchen Pflanzenzellen und die Gegenwart der freien Säure

*) Man vergleiche Erume im Journal für prakt. Chemie, 1844, No. 11 und 12, S. 164.

in dem Pflanzenſaft, welche die Baſen aufgelöſt erhält, hindert oftmals ihre Abſcheidung und die Sättigung der Celluloſe mit Kalk, Kali u. ſ. w. Wo ein Beſtandtheil der Zellenwand ſelbſt ſich wie eine Säure verhält, wie der Pflanzenleim oder die Pectoſe *), da finden wir jedesmal eine bedeutende Menge Baſen, welche durch ſchwächere Säuren nicht haben ausgezogen werden können.

Die Quelle aller jener unorganiſchen Stoffe in den Pflanzen iſt der Saft, den die Wurzeln aufſaugen. Das Thier empfängt ſie wieder von den Pflanzen oder von einem andern Thiere, welches zu ſeiner Nahrung dient. Schon das gewöhnliche Waſſer enthält die meiſten Salze des Blutſerums (S. 130) und liefert auch die zur Bildung der Gewebe und der genannten Niederſchläge nothwendigen Salze. Den phosphorſauren Kalk und Eiſenoxyd, welche darin fehlen, erhält das Thier von der Pflanze. Der Erſtere kommt im Getreide in namhafter Menge vor, und nach Raſpail (Chemie organ., Paris 1838, T. 3, p. 597) auch kryſtalliſirt in Orchis, Ornithogalum, Narcissus, Hyacinthus u. ſ. w. Er muß im Blute der Thiere in aufgelöſtem Zuſtande enthalten ſein. Durch die freie Salzſäure des Magens aufgelöſt müßte er vom alkaliſchen Blute wieder gefällt werden, wenn er nicht mit aufgelöſtem Eiweiß und Faſerſtoff eine lösliche Verbindung einginge **).

Auf dieſelbe Art, wie der phosphorſaure Kalk im thieriſchen Körper circulirt, nämlich in Verbindung mit Protein in auflöslicher Form, durchzieht er auch die Pflanzen. Das Eiweiß vermittelt auch hier den Durchgang des unlöslichen

*) Pectoſe iſt derjenige Beſtandtheil, welcher durch Kochen mit einem Alkali Pectinſäure, mit einer Säure Parapectinſäure giebt. Scheik. Onderz., Deel III. Dies mag zur Vervollſtändigung deſſen dienen, was oben S. 244 uber Peclin geſagt iſt.

**) Daß die Angaben von Enderlin, welcher behauptet, daß die Salze des Blutes hauptſächlich aus phosphorſaurem Natron beſtehen (Annalen der Pharmacie und Chemie, März 1844, p. 317), unrichtig ſind, werden wir weiter unten in dem Artikel uber Blut ſehen.

Salzes durch die Pflanzentheile, und es iſt aus dieſem Grunde ſehr wahrſcheinlich, daß die Körner, welche ſo viel coagulirtes Eiweiß in Verbindung mit phosphorſaurem Kalk enthalten, dahin, wo man ſie findet, nämlich im Samen, als eine Flüſſigkeit von andern Stellen hingeführt ſind.

Es iſt leicht zu begreifen, wie die Pflanze ſolche unlösliche Salze aus dem Boden aufnehmen kann, denn die Ackererde enthält freie Säuren; durch die Eſſigſäure, Ameiſenſäure und die fünf organiſchen Säuren der Ackerkrume (S. 152) werden Kalk und Magneſia, phosphorſaurer Kalk und Eiſenoxyd aufgelöſt und gelangen mit dieſer ſauren Flüſſigkeit an die Stellen, wo in den äußerſten Wurzelzaſern Protein bereitet wird, um von da in Verbindung mit Protein weiter fortgeführt zu werden. Derſelbe Proceß wiederholt ſich im thieriſchen Organismus. Der phosphorſaure Kalk z. B. der Getreidekörner wird von der Salzſäure des Magens aufgelöſt und in ein ſaures Kalkſalz verwandelt. Dieſes kann als ſolches nicht in das Blut gelangen, denn im Dünndarm wird die freie Säure durch Alkali neutraliſirt, und der phosphorſaure Kalk würde niederfallen, wenn nicht Protein zugegen wäre, welches ihn aufnimmt und in das Blut überführt.

Es iſt ſchon ſchwieriger zu erklären, wie phosphorſaurer und kohlenſaurer Kalk in den Knochen aus dem Blute abgeſchieden wird. Wahrſcheinlich hängt dies mit der Umſetzung der jenes Salz aufgelöſ't enthalteuden Beſtandtheile des Blutes zu dem leimgebenden Gewebe der Knochen zuſammen.

Wenn die leimgebende Subſtanz der Knochen aus zerſetztem Faſerſtoff oder aus dem bei der Reſpiration daraus gebildeten Proteintritoxyd (welches auch die Eigenſchaft hat, ſich mit phosphorſaurem Kalk zu verbinden) entſteht, ſo iſt denkbar, daß da, wo die Umſetzung geſchieht, der phosphorſaure und kohlenſaure Kalk, die im Faſerſtoff u. ſ. w. vorhanden waren, als Niederſchläge zurückbleiben und die kleinen Räume ausfüllen, welche das leimgebende Gewebe offen

läßt. Iſt dies wirklich der Fall, ſo wird in der Haut, in den ſeröſen Häuten und andern aus leimgebenden Geweben entſtandenen Theilen der gefällte Kalk wieder aufgelöſt; denn jene enthalten nur eine geringe Menge von Kalkſalzen. Der Blutreichthum der Haut und die Thätigkeit der ſeröſen Häute, Organe, von denen fortwährend Feuchtigkeit abgeſondert wird, macht dies erklärlich; während die langſame Circulation des Bluts in den Knochen Urſache iſt, daß die einmal abgeſchiedenen Kalkſalze an der nämlichen Stelle bleiben.

Es iſt ausgemacht, daß die unorganiſchen Stoffe in den thieriſchen Flüſſigkeiten mit den organiſchen Beſtandtheilen derſelben in einem beſtimmten Aequivalentverhältniſſe verbunden ſind. Der Faſerſtoff des Blutes enthält im reinen Zuſtande bei denſelben Thieren eine conſtante Menge Salze; auch das Kryſtallin des Auges hinterläßt beſtändig 0,6 Procent einer weißen kalkhaltigen Aſche. Dies gilt in der nämlichen Weiſe von jedem andern Elementargewebe.

Dieſe Geſetzmäßigkeit läßt ſich auch in verſchiedenen Theilen der Pflanzen ſowohl in den feſten, wie in den flüſſigen Beſtandtheilen nachweiſen. Der Weinſtein kommt in den Trauben als weinſaures Kali und weinſaures Waſſer vor; der damit gemengte weinſaure Kalk als ein neutrales Salz. Aber daß die Sauerſtoffmenge der Baſen für eine ganze Pflanze derſelben Species conſtant ſei, wie Liebig behauptet, iſt natürlich unmöglich (ſiehe unorganiſche Nahrungsſtoffe der Pflanzen). Eben ſo wenig läßt ſich annehmen, daß die Sauerſtoffmenge der Baſen für alle Thiere der nämlichen Gattung immer die nämliche ſei.

Es iſt bemerkenswerth, daß einige der unorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen in einem gewiſſe Grade einander vertreten können, wenn der Boden verſchieden iſt, dem ſie die Salze entnehmen; andere laſſen ſich dagegen nicht erſetzen. Wenn ſie daher dem Boden fehlen, ſo kränkeln die

Pflanzen, oder kommen überhaupt nicht darin fort. In dem Abschnitt, welcher über die Ernährung der Pflanzen handelt, werde ich hierauf zurückkommen. Es handelt sich hier nur darum im Allgemeinen zu zeigen, daß die unorganischen Bestandtheile in den Elementargeweben der Pflanzen und Thiere in gewöhnlicher chemischer Verbindung enthalten sind. Die Basen: Kalk, Natron, Kali und Magnesia sättigen und neutralisiren die festen Stoffe der Gewebe — welche gewöhnlich ein hohes Aequivalentgewicht haben — wenn nicht andere Ursachen dies verhindern; die basischen Salze vertreten häufig die Stelle der Basen. Da die im Thierkörper circulirende Flüssigkeit alkalisch ist, so enthalten die animalischen Gewebe eine viel größere Menge unorganischer Bestandtheile als die vegetabilischen Gewebe; in Beiden ist es das Eiweiß, in den Pflanzen außerdem das Dextrin und der Pflanzenschleim, und im Thierkörper das Proteintritoryd, das aufgelöst'te Albumin und Fibrin, welche jene Basen von einer Stelle zur andern fortführen.

Payen*), veranlaßt durch die von Meyen gemachte Beobachtung — daß unter der Oberhaut der Feigenblätter krystallinische Stoffe vorkommen, welche mitten in großen Räumen (utriculi) an zellenartigen Fäden hängen — hat über das Vorkommen von Krystallen in den Pflanzen eine Reihe von Versuchen angestellt.

Er hat solche in vielen Urticeen und andern Pflanzen gefunden. Die Krystalle sind nach ihm durch ein organisches Gewebe hervorgerufen, welches theils die krystallisirte Substanz abscheidet, theils den Raum bildet, worin dieselbe eingeschlossen ist. Das Organ, von dem der Krystall secernirt wird, liegt mitten in einem großen utriculus. Es besteht aus zwei ihrer Struktur wie ihrer Funktion nach verschiedenen Theilen. Der eine Theil ist aus dem Gewebe der

*) Annales des Sc. Nat., Dec. 1841, p. 321.

umliegenden Zellen entstanden und bildet den zellenartigen Faden, welcher mit seinem einen Ende an der innern Seite der Epidermisschichten befestigt ist; der andere Theil ist aus so kleinen Theilen zusammengesetzt, daß er gleichsam aus Punkten besteht, die in Masse zusammengehäuft sind und, wie Payen sich ausdrückt, einem lustre gleichen, der in dem utriculus an einem Faden hangend schwebt. Das Ganze verändert sich während der Vegetation nicht; aber die Gefäße (vascuoles) füllen sich mit einer Auflösung von kohlensaurem Kalk, woraus sich dies Salz in Krystallen absetzt, und wobei auf der äußersten Oberfläche der Zellenschichten warzenförmige oder krystallinische Theile zum Vorschein kommen. Bei manchen andern Pflanzen ist das abscheidende Organ anders construirt, z. B. in Broussonetia papyrifera (S. 403).

Payen schließt daraus, daß die Krystalle in den Pflanzen nicht zufällig abgesondert werden, sondern daß besondere Organe zu deren Bildung vorhanden sind, ohnstreitig ein viel zu allgemeiner Schluß. Die Menge der in den Zellen so vieler Pflanzen freiliegenden Krystalle von oxalsaurem Kalk bedürfen zu ihrer Entstehung gewiß keiner besondern Organe. Diese Verbindung ist gewiß für die Pflanzenphysiologie sehr wichtig, da sie uns lehrt, daß die Kohlensäure unter Ausscheidung von Sauerstoff in Oxalsäure übergeht

$$C_2 O_4 = C_2 O_3 + O$$

aber die Bildung der Krystalle ist darum nicht an das Vorhandensein bestimmter Organe gebunden.

Payen hat verschiedene Formen des oxalsauren Kalks beobachtet; scharfe, aus einem gemeinschaftlichen Centrum strahlenförmig ausgehende Krystalle fand er bei manchen Pflanzen in dem Parenchym und rund um die Nerven der Blätter; große rhomboedrische Krystalle in dem Parenchym der Blätter und unter der Epidermis von Citrus, Limonia, Juglans regia. In großer Menge kommt nach ihm jenes

Salz in den Cacteen vor in ſcharfen Lamellen oder in mehr oder weniger verlängerten Prismen, welche durch ihre Vereinigung Sphäroiden bilden mit rauher Oberfläche und ohne ſpitze Punkte. Aehnliche Kryſtallformen deſſelben beobachtet er in verwandten Pflanzen, wie in Opuntia, Echinocactus, Cereus, Cactus, Rhipsalis.

Auch in den biforines von Turpin fand Payen kleine Kryſtalle von oxalſaurem Kalk, nach deren Auflöſung das häutige Beutelchen, welches ſie enthielt, ganz biegſam wird.

Payen erhielt bei der Verbrennung der Organe, worin die Kryſtalle von oxalſaurem Kalk eingeſchloſſen waren, einen kieſelſäurehaltigen Rückſtand, welcher ganz und gar die Form des Organs behalten hatte. Hierdurch veranlaßt, verbrannte er Stücke von dem Stengel der Gramineen, Cactus, von Blättern, Petala und Pollenkörnchen, nachdem er ſie zuvor mit Säuren ausgezogen hatte, und erhielt ſtets ſolche kieſelſäurehaltige Aſchen, woran ſich deutlich alle Merkmale früherer Organiſation wahrnehmen ließen, und welche außerdem zuweilen unregelmäßige Maſſen Kieſelerde eingemengt enthielten.

Das Organ, welches die obigen Kryſtalle abſcheidet, iſt nicht Celluloſe, ſondern, wie Mirbel (der Berichterſtatter über die Arbeit von Payen) ſich ausdrückt: cambium globulo-celluleux. Das Cambium enthält nach Payen viel einer ſtickſtoffhaltigen Subſtanz; man findet daher bei der Analyſe der Pflanzentheile, welche jene Kryſtalle enthalten, Stickſtoff, obgleich ſie aus Celluloſe beſtehen.

Die Abſonderung von oxalſaurem Kalk wird nach Payen durch den neutralen oder alkaliſchen Zuſtand der Pflanzenſäfte veranlaßt. Der helle farbloſe Saft von Mesembryanthemum crystallinum reagirt alkaliſch, während das um die mit Flüſſigkeit gefüllten Bläschen liegende Gewebe eine ſaure Reaction zeigt; in den Bläschen kann alſo wegen der alkaliſchen Natur der Flüſſigkeit der aufgelöſ'te oxalſaure Kalk

kryſtalliniſch abgeſchieden werden, wie es auch wirklich geſchieht *).

Was die Abſcheidung durch beſondere Organe betrifft, ſo ſcheint ſie von der allgemeinen Urſache des in den Pflanzen Statt findenden Stoffwechſels abhängig zu ſein. Die Zerſetzung der Kohlenſäure durch die Pflanzen iſt eine ausgemachte Thatſache. Organe zerlegen die Kohlenſäure nicht; ſie wird aber von ſolchen Subſtanzen zerſetzt, welche in einer Veränderung begriffen ſind, alſo von aufgelöſ'ten Stoffen. Letztere können bei der Bildung des oxalſauren Kalks in beſondern Beutelchen eingeſchloſſen ſein; aber dieſe kleinen Hüllen ſind nur die Räume, worin, nicht wodurch die Veränderung vor ſich geht. Der Begriff des Wortes Organ — wenn man von der Veränderung der chemiſchen Natur der Körper im organiſchen Reiche eine Erklärung geben will — muß zergliedert und in ſeiner wahren Bedeutung aufgefaßt werden (ſ. weiter unten: Umſetzung der Stoffe in den Pflanzen und Thieren.)

Ueber die Kryſtallbildung in den Pflanzen hat Unger **) viele Beobachtungen mitgetheilt. Er iſolirte aus Piper blandum, Ficus bengalensis und Maranta zebrina Kryſtalle, welche aus einer organiſchen Säure und Kalk beſtanden. Die Säure war in den beiden letzten Pflanzen Oxalſäure; die in dem Salz von Piper blandum enthaltene Säure konnte er nicht beſtimmen ***).

Alle thieriſchen Flüſſigkeiten, welcher Art ſie ſein mögen, das Blut, die Lymphe, der Speichel, der Urin, die Galle u. ſ. w. enthalten immer kryſtalliſirbare Stoffe aufgelöſt; aber die Menge der Flüſſigkeit und die raſche Bewegung

*) Man vergleiche Payen in Mémoires sur les développements des végétaux 5. Mémoire, p. 287.

**) Annalen des Wiener Muſeums, Bd. 2, S. 1.

***) Man vergleiche Meyen Phyſiologie, I, S. 212.

derselben, welche unaufhörlich in den meisten Theilen des Organismus Statt findet, verhindern ihre Abscheidung, welche in den Pflanzen gerade durch die entgegengesetzten Ursachen befördert wird. In dem thierischen Körper findet man deshalb im normalen Zustande auch keine Krystalle, keine unorganischen Stoffe ausgesondert, die Knochen und die verwandten Gewebe ausgenommen, bei denen eben die langsamere Circulation der Ernährungsflüssigkeit Hauptursache der Abscheidung von Kalksalzen ist. Aehnliche Ablagerungen sind auch die schaaligen Hüllen mancher Thiere, die Schneckenhäuser, die Muschel- und Austerschaalen und die kalkhaltige Schaale der Vogeleier u. a. m.*)

In allen diesen Organen würde die Ausscheidung der festen Stoffe eben so wenig Statt finden, wie in den Muskeln und ähnlichen Geweben, wenn das Blut jene Organe ebenso schnell durchströmte, wie die letzteren; und wären die festen Materien einmal abgelagert, so würde das Blut, wenn eine raschere und reichlichere Circulation desselben einträte, sie wieder auflösen und weiterführen.

Die Wissenschaft hat bereits diese allgemeinen Resultate gewonnen; die Einzelheiten müssen bei der Betrachtung der einzelnen Gewebe abgehandelt werden.

Aus dem Angeführten geht hervor, warum die krystallinischen Niederschläge fester Körper bei den Pflanzen so allgemein, bei den Thieren dagegen so selten vorkommen.

Die Niederschläge in der organischen Natur, wenn sie sich aus einer großen Menge Flüssigkeit absetzen, sind besonders im Thierreich Producte krankhafter Zustände. Hierhin gehören die verschiedenen Concremente. So entstehen in den Eingeweiden der Bezoar, die Pferdesteine; in den Gallenwegen die Gallensteine; in den Harnwerkzeugen Gries und

*) Mehr darüber findet man bei Valentin in Wagner's Handwörterbuch I. S. 636.

Harnsteine, ein Niederschlag oder ein krystallinisches Concrement; in den Rippenknorpeln und den Wänden der Arterien Verknöcherungen: in den Eierstöcken und bei Gicht setzen sich feste Stoffe in ganz fremdartigen Geweben ab.

Die Bildung jener Niederschläge wird gewöhnlich dadurch veranlaßt, daß von einem oder mehreren festen Bestandtheilen der Flüssigkeit eine größere Menge vorhanden ist, als sie auflösen kann. Deshalb scheiden sich in der Galle z. B. Cholesterin, in dem Harn oxalsaurer Kalk, harnsaurer Kalk und Harnsäure ab. Sind die Stoffe im Harn der Art, daß sie Niederschläge geben, so entsteht Gries; haben sie dagegen Gelegenheit, sich langsam abzusetzen, so findet gewöhnliche Krystallisation Statt, von der man mit Unrecht glaubt, daß sie von einem fremden Kern ausgeht. Ein gewöhnlicher Krystall bedarf zu seiner Entstehung keines heterogenen Kerns, eben so wenig die Harnsäure, welche im thierischen Körper große Neigung zur Krystallisation zeigt. Die Ursache des Wachsens der Krystalle und die ihrer Entstehung ist ein und dieselbe; durch das Uebermaaß der aufgelösten festen Stoffe wird die erste Krystallisation wie die fernere Ablagerung der festen Theile auf gleiche Weise veranlaßt. An der Bildung solcher Concremente hat der Organismus nicht unmittelbar thätigen Antheil; sie ist vielmehr eine Präcipitation oder Krystallisation auf gewöhnliche chemische Weise. Die Darmsteine der Pferde entstehen aus den Salzen der Nahrungsstoffe, der Bezoar, welcher Lithofellinsäure enthält, aus einem Producte der Galle *).

*) Guibourt in Comptes rendus, Tom 16, p. 130. Berzelius Jahresbericht 1843, S. 670. Ich erwähne dieser Sache nur mit wenigen Worten, weil sie an die allgemeinen chemischen Gesetze gebunden ist, und nicht an besondere, welche das organische Reich charakterisiren.

Pflanzengewebe.

Die Natur hat die Pflanzenwelt mit ihrem Reichthum an Formen aus einer verhältnißmäßig geringen Anzahl von Geweben conſtruirt. Als Hauptorgan trifft man überall die Zellen an, deren Bildung und Form wir ſo eben betrachtet haben; kleine häutige Säckchen, welche, auf verſchiedene Weiſe aneinander gereiht und in neue und heterogene Formen ſich umwandelnd, die Hauptmaſſe der Pflanzen ausmachen.

Wir haben bereits geſehen, daß eine einfache Zelle eine Pflanze bilden kann. Einige wenige zu einem Ganzen vereinigte Zellen machen eine Schimmelpflanze aus. Je complicirter die Gruppirung derſelben iſt, um ſo mehr iſt die Pflanze zur Vollbringung verſchiedener Funktionen befähigt, und um ſo reicher erſcheint ſie an andern äußeren Formen. In dem Maaße, als ſich aus Zellen andre Organe entwickeln, nimmt abermals die Mannigfaltigkeit der Funktionen und Formen zu, ſo daß das Studium der Gewebe mit der Unterſuchung der Stellung, Form, Gruppirung und der Metamorphoſen der Pflanzenzellen zuſammenfällt.

Die Pflanzenzellen zeigen in mancher Beziehung, namentlich hinſichtlich ihrer ſelbſtſtändigen Exiſtenz und Thätigkeit mit den animaliſchen Zellen eine nicht zu verkennende Uebereinſtimmung; aber ſie unterſcheiden ſich eben ſo ſehr als die Individuen, denen ſie angehören. Aus einer Pflanzenzelle entſteht niemals ein animaliſches Gewebe, und umgekehrt aus einer thieriſchen Zelle kein vegetabiliſches Gewebe, denn ſie ſind aus verſchiedenen Stoffen zuſammengeſetzt. In keiner animaliſchen Zelle findet man eine Spur von Celluloſe, derjenigen Subſtanz, woraus unverdickte Pflanzenzellen ausſchließlich, und in allen Pflanzen die urſprünglichen Zellen ohne Unterſchied beſtehen. Daraus erklärt ſich die große Uebereinſtimmung in der Struktur und den Ver-

richtungen der Pflanzen und die Verschiedenheit, welche zwischen den vegetabilischen und animalischen Zellenreihen besteht. Die Cellulose verschwindet in den durch das Alter veränderten Zellen nicht ganz, aber oftmals werden andere Körper daran abgelagert.

Ein anderer bemerkenswerther Unterschied zwischen den animalischen und vegetabilischen Zellen liegt darin, daß letztere große Neigung besitzen, die Zellenform beizubehalten, während die ersteren eben so geneigt sind, sie zu verlieren. Die verschiedenen Arten von Epithelium, die Federn, Knorpelgewebe und einige andere ausgenommen, findet man in den ausgebildeten thierischen Geweben immer metamorphosirte Zellen oder andere ursprünglich aus Zellenkernen hervorgegangene Theile an, welche aus ihrem ursprünglichen Zustande oft nicht mehr als den Zellenkern, und bisweilen selbst diesen nicht einmal übrig behalten haben. Der Pflanzenkörper hingegen sowohl der Gefäß- wie der Zellenpflanzen bleibt aus selbstständigen Zellen bestehen, deren Wände nur an Dicke zunehmen. Selbst was die Pflanzenphysiologen Gefäße nennen — die Milch- und Spiralgefäße ausgenommen — ist eine Art verlängerter Zellen, und sie haben ihren ursprünglichen Character keineswegs verloren.

Unsere Einsicht in das Leben der Pflanzenzellen ist leider noch sehr mangelhaft, ungeachtet die ausgezeichnetsten Naturforscher ihre Kräfte dem Studium dieses Gegenstandes zugewendet haben. Der Form nach übereinstimmende Zellenreihen, welche eine gleiche chemische Zusammensetzung zu haben scheinen, und die durch dieselben Stoffe genährt werden, bringen die verschiedensten Producte hervor; und im Allgemeinen herrscht zwischen allen Pflanzenzellen die größte Uebereinstimmung, während die Producte derselben in ihrer Form wie in der Zusammensetzung eine so unendliche Mannigfaltigkeit darbieten. In allen Pflanzen ist die Cellulose als Hauptbestandtheil der Zellen enthalten. Aber daß eine

einzige Substanz so verschiedene Formen annehmen kann, ist gerade der Grund, weshalb wir diesen Theil der Naturlehre gegenwärtig noch nicht vollständig entwickeln können.

Bindemittel der Zellen.

Man hat sich lange Zeit von der Art und Weise, wie die Pflanzenzellen und andere einfache Pflanzenorgane unter einander vereinigt sind, keine Rechenschaft zu geben gewußt. Die Vorstellung einer selbstständigen Zellenbildung, man mag diese nach der von Schleiden und Schwann, oder nach der von Mirbel gegebenen Erklärung oder in irgend einer andern Weise auffassen, läßt jene Frage noch gänzlich unbeantwortet. Zwei häutige hohle Kügelchen, welche dicht neben einander liegen, hängen darum noch nicht innig zusammen und bilden noch kein Gewebe.

Außerdem ist noch ein anderer Punkt zu berücksichtigen, nämlich der, ob die Zellenwände sich unmittelbar berühren, oder ob sich eine Substanz dazwischen befindet, welche sie vereinigt und zusammenhält.

Mohl ist der Ansicht, daß die einfachen Organe sich nicht unter einander berühren, daß die Verbindung vielmehr durch eine eigenthümliche Substanz, welche er Intercellularsubstanz nennt, vermittelt wird. Es giebt bekanntlich viele Pflanzen, z. B. die Fucusarten, wo die Zellen so weit von einander entfernt liegen, daß sich ihre Wände unmöglich erreichen können; dort müßten sich daher leere Räume finden, wenn sie nicht durch irgend eine Substanz verbunden wären. Dasjenige, was sich zwischen den Zellen findet, nennt Mohl Intercellularsubstanz.

In denjenigen Pflanzen, wo die Zellen einen großen Zwischenraum zwischen sich lassen, macht jene Substanz einen großen Theil der Pflanze aus. Dieser Fall ist übrigens nicht der gewöhnliche. Es wäre demnach noch die Frage zu

entſcheiden, ob nicht etwa da, wo die Zellen und Gefäße dicht an einander grenzen, die Intercellularſubſtanz fehlt. Aber auch hier hat man ſie bereits gefunden und zwar dadurch nachgewieſen, daß man die zwiſchen den Zellen befindliche Subſtanz mit Salpeterſäure auflöſ'te, wobei die Zellen ſelbſt unverändert zurückblieben.

Die chemiſche Natur jener Subſtanz und ihre Entſtehungsweiſe iſt uns übrigens noch unbekannt.

Bei den Unterſuchungen, welche ich mit meinem Collegen Harting angeſtellt habe (ſ. unten), beobachteten wir häufig Spuren von Intercellularſubſtanz. In dem Samen von Iris, Fig. 82, Phytelephas, Fig. 85, trennen ſich die Zellen unter dem Einfluſſe concentrirter Schwefelſäure augenblicklich, was allein durch die Exiſtenz eines Bindemittels, welches aufgelöſ't worden iſt, erklärt werden kann. Dieſelbe Erſcheinung nahmen wir in vielen andern Fällen wahr, wie aus den Abbildungen zu erſehen iſt. Aber wir können der Annahme einer allgemein verbreiteten Intercellularſubſtanz nicht beipflichten; denn bei den meiſten unſerer Beobachtungen fanden wir dieſelbe nicht.

Unter diejenigen Stoffe, welche als Intercellularſubſtanz gelten können, iſt die Pektoſe zu zählen, welche wenigſtens bei jungen Zellen den Raum zwiſchen den Zellenwänden ausfüllt. Dieſe Subſtanz dringt zum Theil in die Zellenmembran ſelbſt ein, zum Theil ſcheidet ſie die Zellen, z. B. in den Knollen, und legt ſich als äußerſte Schicht um die Celluloſe. Wir haben ſie in dem Collenchym mancher Pflanzen gefunden (ſ. Collenchym).

Pflanzenzellen.

Die Pflanzenzellen können verſchiedene Geſtalten annehmen, wenn bei ihrer Ausbildung verſchiedene Bedingungen obwalten. Sie ſind kugelförmig, wenn keine äußere Urſachen

einwirken und die Stoffvertheilung gleichförmig iſt. So findet man ſie in jungen Pflanzentheilen und in dem Merenchym krautartiger Gewächſe.

Wenn ſie ſich in großer Menge bilden und mehr und mehr ausdehnen, ſo drücken ſie gegen einander; und ſind ſie von gleicher Größe, ſo entſtehen, da eine Kugel nur mit zwölf gleichen Kugeln in Berührung ſein kann, in Folge der Preſſion regelmäßige Zwölfecke. Solche Zellen findet man häufig, wenn auch nicht immer ganz regelmäßig geformt.

Die Zellen verändern ihre Geſtalt hauptſächlich durch ungleiche Ernährung oder Ausdehnung. Die Urſache dieſer ungleichen Ernährung und Ausdehnung iſt unbekannt, wir beobachten nur die Endreſultate derſelben. Oftmals findet eine Vergrößerung nach zwei einander entgegengeſetzten Richtungen Statt, ſo daß ſie oval werden. Daraus entſtehen durch Preſſion der einander zunächſt liegenden Zellen zuerſt cyliudriſche und endlich prismatiſche Formen, welche man verlängerte Zellen genannt hat.

Man findet in den Pflanzen bloß in Folge jener beiden Urſachen, der gleichen oder ungleichen Ernährung oder Ausdehnung der Zellenmenbran und des größeren oder geringern Druckes, eine große Mannigfaltigkeit entwickelt, welche ſich nicht allein in der Zellenform, ſondern auch in der Natur der Zelleuwand und in der Form der Theile, welche aus den Zellen entſtehen, ja in dem Bau der ganzen Pflanze offenbart. Eine Gleichmäßigkeit der äußern Form bei derſelben Pflanzengattung läßt auf eine große Uebereinſtimmung der Zellenform ſchließen; eine Erfahrung, worüber die Wiſſenſchaft noch keine Rechenſchaft zu geben vermag. In jungen Zellen iſt die Membran homogen; man entdeckt darin wenigſtens keine Structur, aber mit zunehmendem Alter zeigt ſie ſich meiſtens bedeutend veränbert.

Daß man jene Homogenität nicht im ſchärfſten chemiſchen Sinne auffaſſen darf, liegt am Tage. Sie exiſtirt

nur in so fern, als sich unter dem Mikroskop keine heterogenen Theile unterscheiden lassen. Im chemischen Sinne ist gewiß kein Zellenhäutchen einem andern gleich, wenn es auch absolut dieselbe Form besitzt und die nämlichen Stoffe durch seine Poren hindurchläßt.

In jungen Zellen sind nicht die Zellenwände die wirksamsten Bestandtheile der Pflanzen, noch wird durch ihre materielle Verschiedenheit ein so starker Einfluß auf die Flüssigkeiten, welche hindurchziehen, ausgeübt, daß diese dadurch eine chemische Veränderung erleiden könnten.

Im Allgemeinen hat man auch auf das Dasein einer stickstoffhaltigen Substanz in der Wand der aus Cellulose bestehenden jungen Zellen zu viel Werth gelegt. Beobachtungen, welche ich nachher mittheilen will, haben dargethan, daß in jungen Zellenmembranen oftmals keine Spur eines stickstoffhaltigen Körpers enthalten ist, aber wohl in dem Inhalte der jungen Zellen; während in den älteren Membranen sich das Verhältniß grade umkehrt *).

Daraus geht hervor, daß die Thätigkeit nicht von der Wand der jungen Zellen ausgehen kann, und daß die stickstoffhaltigen Substanzen, welche in dem Inhalte oder in der Membran junger und alter Zellen vorkommen, auch wenn beide Proteinkörper sind, nicht dieselbe Beschaffenheit haben. Die in der Wand der älteren Zellen enthaltenen Proteinverbindungen scheinen in einen Zustand geminderter Zersetzungsfähigkeit übergegangen zu sein. Wahrscheinlich bestehen sie aus coagulirtem Pflanzenalbumin, während die den Inhalt junger Zellen ausmachenden Verbindungen wegen

*) Das Wort »Zellenwand« ist hier im allgemeinen Sinne genommen und der von Mohl unterschiedene Primordialschlauch nicht mit darunter verstanden. Er bezeichnet damit eine körnige innere Bekleidung der Zellenwand, welche aus Cellulose besteht, sich in Spiritus zusammenzieht und in alten wie in jungen Zellen sehr häufig vorkommt.

ihrer auflöslichen Form als Haupturſachen des Stoffwechſels in den Pflanzen betrachtet werden müſſen *).

In der Membran ſelbſt geht daher die Production neuer Stoffe nicht vor ſich; die Zellen ſind hauptſächlich nur die Organe, welche den Zelleninhalt umſchießen und von den umgebenden Flüſſigkeiten abſondern. In den unzähligen mit Flüſſigkeiten der verſchiedenſten Art im jugendlichen Zuſtande gefüllten Säckchen kommt bald eine neue Subſtanz hinzu, bald wird eine andere abgeſondert und an der Zellenwand abgelagert, oder ſie bleibt in dem Inhalte der Zelle ſuspendirt. Die unendlich vielen kleinen hohlen Räume mit dünnen Membranen, welche zum Theil getrennt ſind, zum Theil mit einander in Verbindung ſtehen, ſind daher als eben ſo viele kleine chemiſche Werkſtätten zu betrachten, worin chemiſche Zerſetzungen vor ſich gehen.

Uebrigens darf man die Zellenmembran nicht für einen ganz indifferenten, paſſiven Beſtandtheil der jungen Zellen halten; dies würde eben ſo unrichtig ſein, als wollte man darin die erſte und letzte Quelle der Thätigkeit ſuchen. Sie beſteht aus aktiven Theilchen, deren Thätigkeit wir zunächſt in ihrer activen Entwickelungsart erkennen, ferner in der Umgeſtaltung und Verdickung der Wände: Formenveränderungen, welche ohne Zweifel von den Beſtandtheilen des Zelleninhaltes ausgehen; aber da die Membran ſie annimmt, ſo muß man ſchließen, daß letztere dabei thätig mitwirkt, d. h. auf den Zelleninhalt zurückwirkt.

Bei den Unterſuchungen, welche ich mit Harting angeſtellt habe, betrachteten wir in der dünnen Zellenwand ſehr oft eine Menge kleiner Oeffnungen, wovon nachher ausführlicher die Rede ſein wird. Ich laſſe in der beigefügten Note eine kurze Aufzählung der beobachteten Thatſachen folgen **).

*) Payen hat offenbar das Protein des Zelleninhaltes mit dem der Zellenmembran verwechſelt. (ſ. S. 212)

**) Die Oeffnungen, welche in der aus Celluloſe beſtehenden Zellenwand

Die Zellen können, wenn sie sich mehr und mehr vergrößern, nicht auf dieselbe Weise ernährt werden, wie sie bei geringerer Ausdehnung durch gleichmäßige Vertheilung der Substanz Nahrung empfangen. Wenn ihre Größe gewisse Grenzen überschritten hat, so vertheilt sich die durch die Zellenwand zugeführte Substanz spiralförmig über die innere Fläche der Zellenwand. Wodurch übrigens die spiralförmige Gestalt der sich an der innern Zellenwand ausscheidenden Substanz bedingt wird, ist unbekannt und vielleicht eben so wenig zu ermitteln, als warum der Alaun die Form eines Oktaeders annimmt. Von solchen Erscheinungen kann die Wissenschaft keine Rechenschaft geben; man erkennt sie einfach als Wahrheiten an.

Jene Spiralen machen oft nur wenige Windungen, und wenn an irgend einer Stelle einige solcher Umwindungen verwachsen, so entsteht daraus in der Zellenwand ein Ring (cellulae annuliferae), oder es erzeugen sich mehrere Spiralfasern und wachsen mit der Zellenwand zusammen, um eine netzförmige äußere Hülle zu bilden (cellulae retiferae); zuweilen weichen die Spiralen an bestimmten Stellen von einander; und dehnt sich die Zelle dann nicht mehr aus, so

---

aaler der Einwiekung von Jod und Schwefelsäuee zum Vorschein kommen, sind in den folgendea Beispielen am deutlichsten beobachtet: in den dunnwandigen Markzellen von Hoya carnosa; ia den Parenchymzellen voa Euphorbia caput — medusae; in einer Zelle, wo die Länge des Querschnittes 0,03777 Mm. betrug, zählte man 45 solcher Oeffnungen; in dem Mark von Asclepias Syriaca sind sie groß und oval, aach in sehr jungen Holzzellea, welche durch Jod und Schwefelsäure noch blau gefärbt wueden; in dem Parenchym von Tradiscantia virginica; in den jungen Parenchymzellen voa Cicas revoluta; in den juagea Holzzellen von Clematis vitalba; in dem Ringzellen von Opuntia microdasis. In Tradiscantia betrug ihr Durchmesser zwischen 0,0005 und 0,0018 Mm, in sehr jungen noch unentwickelten Blätteen von Sempervivum arboreseens 0,0007 bis 0,0014 Mm. Fernee beobachteten wie sie in alten and jungea Markzellen von Clematis vitalba. In einem alten Blatte voa Sempervivum waren sie eben so groß, wie in eiaem jungea Blatte.

Aus dem Angefahrten geht hervor, daß, was S. 191 uad 196 uber die Oeffnungen gesagt ist, auf diejenigen Zellen, worin sie beobachtet sind, keiae Anweaduag findet.

verwächſt die Spirale außen an jenen Stellen (cellulae porosae) *). Die Subſtanz, woraus die Spirale beſteht, wollen wir ſogleich näher betrachten.

Die Zellenhäutchen ſind in jungen oder in krautartigen Gewächſen durchſcheinend, meiſt ungefärbt, in manchen Pflanzen übrigens auch mit einem Farbſtoffe durchdrungen, z. B. bei gewiſſen Mooſen. In der Regel rührt jene Farbe von dem Zelleninhalte her, womit die Membran getränkt iſt, oder welche durch dieſelbe hindurchſcheint. In ſehr vielen Pflanzengeweben ſind übrigens die Zellenwände verdickt und werden durch Subſtanzen, welche ſich auf denſelben niederſchlagen oder an der inneren Seite abſetzen, vergrößert und ausgefüllt. Dieſe die Zellenwände verdickende Subſtanz kann ſehr verſchiedener Art ſein.

In manchen Zellen mit verdickten Wänden nimmt man viele aufeinanderliegende Schichten wahr, welche bei vorſichtiger Behandlung von einander abgelöſt werden können.

Es giebt unter den verdickten Zellenwänden manche, welche durch Kochen mit Waſſer dünner werden und ſich auflöſen. Man findet ſolche bei vielen Flechten, z. B. bei Cetraria Islandica, wo die in dem Zellenhäutchen abgeſonderten amylumartigen Stoffe dieſelbe verdicken, ohne die geringſte Spur eines Amylumkörnchens zu bilden. C_{12} H_{20} O_{10} (S. 223). Jene Mooosſtärke gehört alſo zu der inkruſtirenden Subſtanz, es iſt derjenige Stoff, welcher ſekundäre Zellenhäutchen bildet. Die primäre Membran beſteht in dem Isländiſchen Mooſe aus Celluloſe (S. 203) **) .Andere Zellenmembranen dehnen ſich beim Kochen aus, werden gallertartig und enthalten dann Pektoſe, wie die Aepfel u. ſ. w.; noch andere, wie bei Sphaerococcus crispus, enthalten Pflanzen-

*) Schleiden, wiſſ. Bot. I. S. 200.

**) Fromberg fand in dem nicht vollkommen mit Alkali ausgezogenen Gewebe der Mooſe weniger Waſſerſtoff als Heidt, Annalen der Chemie und Pharmacie, B. 38. S. I. (S. oben S. 203.)

ſchleim: C_{24} H_{38} O_{19} *). Manche werden durch Behandeln mit Kali dünner und geben dann die Holzſubſtanz ab, welche unter der Einwirkung des Alkalis in Ulminſäure übergeht, während die Celluloſeſchicht größtentheils zurückbleibt. Dies beobachtet man in allen Holzgeweben. (S. 202.)

Die Zellenmenbran iſt, ſo weit ſie aus Celluloſe beſteht, unauflöslich in Waſſer und faſt unlöslich in Alkalien; ſie wird von concentrirter Schwefelſäure zerſetzt; verdünnte Schwefelſäure wandelt ſie beim Kochen in Dextrin um.

Urſprüngliche Zellenwand.

Die Pflanzenphyſiologen haben ſich vielfach mit der Unterſuchung der Zellenwand der Pflanzen beſchäftigt. Küzing **) fand bei den Algen, daß eine Zelle oftmals aus mehreren in einander eingeſchachtelten Zellen beſtand. Die gemeinſchaftliche Zellenwand war daher aus ſo vielen Schichten zuſammengeſetzt, als verſchiedene Zellen in einander lagen. Hartig ***) iſt der Anſicht, daß die Zellenwand aus drei auf einander liegenden Häuten beſteht; die innere Haut bildet ſich nach ihm zuerſt; die äußere umgiebt das Ganze, außer an denjenigen Stellen, wo die Zellen einander berühren; zwiſchen dieſen beiden liegt eine viel dickere Schicht, welche die innere ganz umſchließt. Wenn man eine Zelle mit Jod und darauf mit Schwefelſäure befeuchtet, ſo färbt ſich nach ihm die äußere und innere Wand gelb, während die mittelſte Schicht blau wird und ſtark aufſchwillt oder bei Anwendung concentrirter Säure ſogar ganz aufgelöſ't wird. Unſere Beobachtungen ſtimmen mit jenen Angaben Hartig's

*) Die Reſultate der S. 244 vom Pflanzenſchleim mitgetheilten Analyſen müſſen der Unterſuchung von Schmidt zu Folge nach obiger Formel interpretirt werden. Siehe Scheik. Onderz. Deel. III.

**) Phycologia generalis.

***) Beiträge zur Entwickelungsgeſchichte der Pflanzen. Berlin 1843.

nicht überein; denn die dünnwandigen Zellen beſtehen nur aus zwei, die dickwandigen aus einer, zwei, drei oder vier Schichten.

Dieſer Gegenſtand iſt kürzlich von Mohl *) einer näheren Prüfung unterworfen. Er fand in den einjährigen Sproſſen der Bäume oder in den Stämmen einjähriger Pflanzen beſtändig in der Zelle eine beſondere Wand, oder ein inneres, von den übrigen Theilen der Zelle leicht zu unterſcheidendes Häutchen. Es iſt ein dünnwandiges, ganz geſchloſſenes Bläschen, welches ſich deutlich erkennen läßt, wenn ein ſolcher Pflanzentheil lange Zeit in Spiritus gelegen hat, worin es ſich zuſammenzieht und von der äußern Zellenwand mehr oder weniger ablöſ't. Es färbt ſich durch Jod gelb oder braun und iſt in den Mono- und Dikotyledonen, welche von Mohl unterſucht worden ſind, ganz allgemein. Durch Minuten lange Einwirkung von Salpeterſäure oder Salzſäure, Neutraliſation mit Ammoniak und Färbung mit Jod kommt es ebenfalls und zwar ſehr ſchnell zum Vorſchein.

Wenn der Zellenkern noch vorhanden iſt, ſo liegt er nach Mohl in der ſo eben bezeichneten innern Membran. Die Wand derſelben iſt nicht vollkommen glatt, ſondern feinkörnig. Sie wird durch Jod auf Zuſatz von Schwefelſäure gelb gefärbt, während die übrige Zellenmenbran eine blaue Farbe annimmt. Verdünnte Schwefelſäure verändert weder ihre Form, noch löſ't ſie dieſelbe auf.

Dieſe innere Zellenwand, von Mohl Primordialſchlauch genannt, unterſcheidet ſich von dem, was Hartig innere Zellenwand, Ptychode nennt. Nach Hartig iſt es die innere Wand der bereits ausgebildeten Zelle, während der Primordialſchlauch von Mohl dann ſchon lange verſchwunden ſein ſoll. Mohl behauptet nämlich, daß — mit dem Alter der Zelle und alſo mit der Zunahme der ab-

*) Bot. Zeitung, 12 April 1844.

gesonderten sekundären Schichten und der Verdickung der Zellenwand — der Primordialschlauch immer dünner und allmählig ganz aufgelöst wird, indem er als eine innere sehr dünne körnige Bekleidung sich fest an die Zellenwand legt, oder indem er letztere nicht mehr als geschlossenes Häutchen, sondern wie ein Netz bedeckt, um endlich ganz aufgelöst zu werden und zu verschwinden. Harting und ich haben gefunden, daß er gerade in den dünnwandigen Zellen nicht immer fehlt, aber in den jungen Holzzellen sahen wir ihn niemals, in den ältern selten. Dagegen hängt nach Mohl das Verschwinden des Primordialschlauchs mit der Bildung sekundärer Schichten zusammen und beginnt mit dem ersten Auftreten derselben.

Aus den Versuchen Mohl's geht hervor, daß das besprochene innere Zellenhäutchen auf die gefundene Zusammensetzung der Cellulose von einigem Einfluß sein kann, denn daß es eine andere Substanz ist, als die äußere Zellenwand, zeigt die Reaktion mit Jod und Schwefelsäure. Aber was für ein Stoff es ist, läßt sich für jetzt nicht bestimmen.

In jeder jungen Zelle kommt nach Mohl das innere Zellenhäutchen vor, so daß seine Bildung mit der der Zelle selbst gleichzeitig Statt findet. Er glaubt, daß es durch den Kern hervorgebracht wird (S. 374), und daß es seinerseits die Bildung der eigentlichen aus Cellulose bestehenden und bleibenden Zellenmembran vermittelt; obschon er keine direkte Beobachtungen darüber mitgetheilt hat.

Payen*) spricht wiederholt von einem innern Häutchen in den Zellen, welches unter dem Einfluß von Jod und Schwefelsäure nicht wie die Cellulose, blau oder violet, sondern gelb wird, er schreibt das Gelbwerden dem Vorhandensein einer stickstoffhaltigen Substanz zu. Er bildet Fig. 10,

*) Mémoires sur les développements des végétaux. p 211.

T. 1, den Durchſchnitt eines Saamenlappens von Leinſaamen ab und Fig. 1 einen Durchſchnitt der Zellen von Aeschynomene paludosa, wo jene Membran netzförmig iſt. Es ſcheint dieſelbe zu ſein, welche Mohl mit dem Namen Primordialſchlauch bezeichnet. Man ſieht ſie ſehr deutlich in Aloe lingua, Fig. 8, in den Markzellen von Tilia parvifolia, Fig. 24, (weiter unten) den Beobachtungen zufolge, welche ich mit Hartig angeſtellt habe, ferner in Fig. 11, 16, 18 und vielen andern Fällen.

Was die bleibende Zellenwand betrifft, ſo muß man nach Mohl zwei Theile derſelben unterſcheiden, von denen nach ſeiner Anſicht *) der äußere der älteſte iſt. Viele vollkommen homogen ſcheinende Zellenmembranen ſind nach ihm nicht homogen, denn man erkennt deutlich mehrere Schichten, wenn man ſie mit Schwefelſäure, Salpeterſäure oder Salzſäure befeuchtet. Bei weichen Zellen muß man nach Mohl's Vorſchrift die beiden letzten Säuren, bei feſteren Zellen Schwefelſäure anwenden. Die blaue Farbe, welche Jod unter Mitwirkung von Schwefelſäure darin hervorbringt, hält Mohl für abhängig von dem durch die Säure aus der Subſtanz der Zellenwand erzeugten Zerſetzungsproducte und rührt nicht, wie Hartig glaubt, von der Einwirkung des Jods auf die Subſtanz an und für ſich her.

Da nun die äußerſte Zellenwand, woran die ſekundären Schichten liegen, nach Mohl die älteſte ſein muß, ſo glaubt er auch hierin die Beobachtungen von Hartig widerlegt zu haben. Daß die ſekundären Schichten wirklich ſekundär ſind, glaubt er um ſo mehr, weil ſie ſich bei manchen Pflanzen nicht über die ganze Zellenwand erſtrecken, ſondern nur gewiſſe Stellen derſelben bedecken, z. B. bei Scotia. Sie ſind demnach durch beſtimmte thätig wirkſame Punkte der Zellenwand entſtanden, an Stellen, wo eine ähnliche Appoſition gedacht werden kann,

*) Bot. Zeitung, 26. Apr. 1844.

als bei der Kryſtalliſation Statt findet, wo homogene Theilchen ſich in beſtimmter Richtung an einander reihen.

Was die Natur der Subſtanz anlangt, woraus der utriculus internus (ſo wollen wir ihn nennen, um uns jeder Entſcheidung über ſeine Entſtehung zu enthalten) beſteht, ſo wird ſie in den Mark- und Baſtzellen (schorscellen) der jungen Internodien des Stengels von Phytolacca decandra durch Salpeterſäure gelb gefärbt, nachdem ſie ſich von der innern Fläche der Zelle abgelöſ't und zu einem kleinern Volumen contrahirt hat. Bei dieſer Abſonderung der utriculi interni treten zugleich die Kerne ſehr deutlich hervor, deren in manchen Zellen zwei oder drei gefunden werden, während in denjenigen Zellen, wo Zellenvermehrung durch Theilung Statt findet (S. 384), kein Kern zu erkennen iſt.

Der utriculus internus iſt eben ſo wie die Kerne in Salpeterſäure nicht allein unauflöslich, ſondern er wird durch jene und andere Säuren, auch durch Alkohol, contrahirt. Deutlicher als durch Schwefelſäure und Salzſäure wird dieſe Veränderung durch Salpeterſäure und Alkohol hervorgerufen. Daß er, während die Zellenkerne ungefärbt bleiben, durch Einwirkung von Salpeterſäure gelb gefärbt wird, beſonders wenn man nachher Ammoniak hinzufügt, beweiſ't, daß er als nachweisbaren Beſtandtheil Protein enthält, was freilich nicht immer der Fall iſt. (Siehe Aloe lingua Fig. 8.) Die Färbung durch Salpeterſäure in Phytolacca iſt übrigens nicht der Art, daß Protein den Hauptbeſtandtheil ausmachen kann; er enthält von Celluloſe keine Spur; denn Jod und Schwefelſäure bringen keine blaue Färbung hervor, welche Reaktion ein ſicheres Kennzeichen für die Gegenwart von Celluloſe iſt.

Während wir alſo die Beobachtungen von Mohl über die Exiſtenz eines utriculus internus vollkommen beſtätigt gefunden haben, eines Häutchens, welches ſich unter der Einwirkung der genannten Stoffe inwendig von der Zellenwand ablöſ't und zuſammenzieht und dabei den ganzen Inhalt der

Zelle mitnimmt, iſt es uns nicht geglückt zu beſtimmen — außer in Phytolacca und jungen Agave, wo wir den Kern in dem utriculus gefunden zu haben glauben — worin der Kern enthalten iſt, ob in den utriculus internus, oder in dem übrigen Theile der Zellenwand; wir haben den utriculus in ſehr alten Zellen vollkommen erhalten geſehen; ein Grund, warum wir ihn nicht primordialis genannt haben. Wir trafen ihn in dick- und dünnwandigen, in den inkruſtirten und nicht inkruſtirten Zellen an, ſo daß wir im Zweifel ſind, ob die innere Schicht wirklich die Bedeutung hat, welche ihr Mohl zuerkennt. Sie enthält in manchen Fällen ſtickſtoffhaltige Stoffe, in andern Fällen keine Spur davon. Ihre Funktion iſt daher noch nicht mit der gehörigen Schärfe beſtimmt, eben ſo wenig als die Subſtanz, woraus ſie beſteht. (Harting und M.)

Zellenwand aus Celluloſe beſtehend.

Schleiden hat (Pogg. Annalen, Bd. 42) auf eine Eigenſchaft junger Zellenmembranen aufmerkſam gemacht, welche ſpäter von Liebig (Ann. der Chemie und Pharmacie, Juni 1842, S. 305) näher unterſucht worden iſt. Wenn nämlich auf junge, mit Jodlöſung getränkte Zellenmembranen Schwefelſäure (3 Theile mit 1 Th. Waſſer verdünnt) eine halbe Minute lang einwirkt, ſo entſteht eine der Jodſtärke ganz ähnliche blaue Verbindung, was vermuthen läßt, daß die Zellenmembran ſich unter dem Einfluſſe von Schwefelſäure in Amylum verwandelt.

Jene Reaktion verdient in mehr als einer Hinſicht die allgemeine Beachtung. Sie giebt uns ein Mittel an die Hand, um bei mikroſkopiſchen Unterſuchungen der Pflanzenorgane die Zellenmembran da zu entdecken, wo wir ſie auf anderem Wege nicht würden nachweiſen können. Aber auch aus einem chemiſchen Geſichtpunkte aufgefaßt, iſt Schleidens Entdeckung ſehr wichtig.

Die Chemiker sind gegenwärtig noch nicht einig, wie Amylum und Jod mit einander verbunden sind. Ein gewöhnliches Aequivalentverhältniß scheint zwischen beiden nicht zu bestehen (S. 218). Aber daß Amylum durch Jod auf dieselbe Weise gefärbt wird, wie Baumwolle oder Leinen durch den Krappfarbstoff, ist deshalb nicht anzunehmen, weil sehr viele Stoffe organischer Natur Jod aufnehmen und sich braun damit färben, aber niemals die dem Jodamylum eigenthümliche Farbe erhalten. Auch hat fein vertheiltes Jod eine ganz andere Farbe, als das Dunkelblau der reinen Jodamylumverbindung. Endlich erwäge man, daß trocknes Amylum und verdünnte Stärkelösung beide dieselbe blaue Farbe durch Jod annehmen.

Es sind mir nur zwei Körper bekannt, welche durch Jod blau gefärbt werden*); nämlich Amylum und das junge Pflanzengewebe, wenn es der Einwirkung von Schwefelsäure ausgesetzt ist. Isländisches Moos enthält bekanntlich (Bulletin 1838 p. 42) Amylum, und seine Gallerte schließt sich daher dem eigentlichen Amylum an, da ein Theil derselben, in Wasser vertheilt, durch Jod blau, ein andrer Theil braun wird.

Besondere Erwägung verdient die von Liebig (S. 308 a. a. O.) mitgetheilte Beobachtung.

Wenn man Baumwolle, Papier und andere aus Cellulose bestehende Stoffe — nicht Holz, wie wir später sehen werden — mit dem zweiten Hydrat der Schwefelsäure übergießt und schnell umrührt, so entsteht eine durchscheinende Gallerte, welche beim Verdünnen mit Wasser einen weißen flockigen Niederschlag absetzt, den man abfiltirt und mit Wasser auswäscht, bis das Waschwasser nicht mehr sauer reagirt.

Baumwolle mit ein wenig verdünnter Jodtinktur befeuchtet und getrocknet, und auf dieselbe Weise mit Schwefelsäure behandelt, färbt sich in dem Augenblicke dunkelviolet, wo sie mit Schwefelsäure in Berührung kommt. Wenn man

*) Die Seite 212 erwähnten Gewebe glaube ich jetzt für Amylum gebende Gewebe halten zu müssen.

diese gallertartige Materie mit Wasser übergießt, so entsteht ein dunkelblauer Niederschlag, von welchem bei der Filtration eine braune durchsichtige Flüssigkeit abläuft. Die dunkelblaue Farbe wird beim Auswaschen heller, und man behält zuletzt eine ganz farblose jodfreie Substanz auf dem Filter übrig.

Die Verbindung, welche man auf die erst angegebene Weise erhält, wenn man Baumwolle mit Schwefelsäure übergießt und darauf mit Wasser auswäscht, wird nachher nicht mehr durch Jodtinktur gefärbt. Sie kann daher kein Amylum sein. Versetzt man sie aber zuvor wieder mit Schwefelsäure und fügt dann Jodtinktur hinzu, so färbt sie sich blau, grade wie die mit Jod befeuchtete getrocknete und darauf mit Schwefelsäure behandelte Baumwolle. Durch Wasser wird sie auch hier mit blauer Farbe gefällt und bei fortgesetztem Auswaschen wieder entfärbt; durch zweites Schwefelsäurehydrat wird sie gallertartig, wie zu Anfang; mit concentrirter Schwefelsäure, z. B. mit dem ersten Hydrat behandelt, geht sie in einen in Wasser auflöslichen Zustand über und verliert dann die Eigenschaft, durch Jod ferner blau gefärbt zu werden.

Um zu entscheiden, ob jene blaue Verbindung nur ein Gemenge von fein vertheiltem präcipitirten Jod und einem mehr oder weniger gallertartigen Körper sei, wurde eine Lösung von essigsaurer Thonerde mit Jodtinktur im Uebermaaß vermischt und ein wenig kohlensaures Ammoniak hinzugefügt; der Niederschlag, welcher hier bei Gegenwart von überschüssigem Jod entstand, war nicht blau.

Ferner wurde Wasserglas mit Jodtinktur versetzt und ein wenig Salzsäure hinzugefügt. Die abgeschiedene gallertartige Kieselerde war ebenfalls nicht blau.

Diese Versuche in Verbindung mit den obigen Thatsachen rechtfertigen die Ansicht, daß der Färbung des Amylums durch Jod eine andere Ursache zu Grunde liegt, als

die feine Vertheilung des letzteren. Um zu diesem Schlusse zu gelangen, würde es überhaupt nur nöthig sein, unter dem Mikroskop ein Amylumkörnchen mit Jod zu befeuchten und daneben andere ebenfalls poröse, durch Jod sich bräunende Körper, deren das Thier- und Pflanzenreich so viele darbietet, zu beobachten.

Ich kann also die von Liebig ausgesprochene Ansicht (Geiger's Handbuch der Pharmacie, S. 12. 55) nicht theilen. Eine ähnliche Ursache, welche die Färbung des Amylums durch Jod bewirkt, muß auch die Färbung der jungen Zellenhäutchen unter dem Einflusse von Schwefelsäure veranlassen.

Ob die Substanz der jungen Zellenmembran durch Einwirkung verdünnter Schwefelsäure sich in Amylum verwandelt, möchte schwer zu entscheiden sein; denn die Reaktion tritt nicht mehr ein, nachdem die Säure ausgewaschen ist, während sowohl körniges als gallertartiges Amylum die Eigenschaft, durch Jod gefärbt zu werden, besitzt. Sie ist also nach dem Auswaschen mit Wasser kein Amylum mehr.

Es ist nun die Frage, ob sie aus Amylum besteht, so lange sie mit Schwefelsäure verbunden ist. Die mitgetheilten Thatsachen scheinen diese Frage zu bejahen. Erwägen wir nämlich, daß Jodtinktur für sich junge Zellenmembranen nicht blau färbt; daß auch auf Zusatz von Wasser die blaue Farbe nicht entsteht; daß ferner verdünnte Schwefelsäure dieselbe eben so wenig hervorruft, sondern daß allein eine concentrirtere Säure sie erzeugt, und daß sie durch Einwirkung des ersten Schwefelsäurehydrats sogleich verschwindet; und erinnern wir uns endlich, daß die Schwefelsäure auch Amylum in Dextrin umwandelt, so scheinen wenigstens Gründe vorhanden zu sein, die es wahrscheinlich machen, daß die Zellenmembranen, welche sich durch Jod und Schwefelsäure blau färben, für diesen Augenblick wirklich in Amylum verwandelt sind, mit andern Worten, daß die orga-

niſche Subſtanz, ſo lange ſie mit Schwefelſäure verbunden iſt, wirklich aus Amylum beſteht, d. h. daß die Celluloſe unter dem Einfluſſe der Schwefelſäure an dieſe das halbe Aequivalent Waſſer, welches ſie mehr enthält als Amylum (C_{24} H_{42} O_{21} = 2 C_{12} H_{20} O_{10} + H_2 O), abgiebt, und daß, wenn Waſſer hinzugefügt wird, die veränderte Celluloſe die Schwefelſäure verläßt und ſich wieder mit dem halben Aequivalent Waſſer verbindet, um die urſprüngliche Subſtanz wiederherzuſtellen, oder wenigſtens eine Verbindung zu liefern, welche mit der Celluloſe gleiche Zuſammenſetzung hat.

Dieſe Vorſtellung wird noch dadurch unterſtützt, daß weder Salpeterſäure noch Salzſäure jene Einwirkung auf die Zellenmembranen ausübt, während eine concentrirte ſyrupdicke Auflöſung von Phosphorſäure wie das zweite Hydrat der Schwefelſäure wirkt.

Um jener Anſicht noch mehr Gewicht zu verſchaffen, ſtellten wir folgende Verſuche an, welche indeſſen zu keinem ſichern Reſultate geführt haben. Ein wenig Baumwolle, in zweites Schwefelſäurehydrat ſo lange eingetaucht, bis ſie eine gallertartige Beſchaffenheit erhalten und alſo die erwähnte Veränderung erlitten hatte, wurde in abſoluten Alkohol gebracht, damit ausgewaſchen und ſo von Schwefelſäure befreit, ohne mit der feuchten atmoſphäriſchen Luft in Berührung gekommen zu ſein. Auf die nämliche Weiſe wurde Kartoffelnſtärke behandelt. Hierauf brachte Jodtinktur bei der Baumwolle keine Färbung hervor, färbte aber die Stärke ſogleich intenſiv blau.

Im obigen Falle hätten übrigens die Stoffe das an die Schwefelſäure abgegebene Waſſer wieder aufnehmen können, ungeachtet der Alkohol ganz abſolut war. Denn die Schwefelſäure enthielt zwei Aequivalente Waſſer, alſo genug, um beim Verdünnen mit Alkohol die Hälfte davon zu verlieren.

Baumwolle wurde ferner mit Schwefelſäure in eine gallertartige Maſſe verwandelt und die Säure darauf mit

gepulvertem Aetzkalk neutralisirt; auch dieser Versuch gab ein verneinendes Resultat: denn weder das Wasser, womit die Masse ausgewaschen war, noch der unlösliche Rückstand wurde durch Jodtinktur gefärbt, nachdem zuvor der Kalk mit einer Säure neutralisirt war. Es ist also nicht gelungen, Baumwolle nach der Trennung von der Säure in dem Zustande zu erhalten, wo es durch Jod blau gefärbt wird, und wenn sie, so lange sie mit Schwefelsäure in Berührung ist, wirklich aus Amylum besteht, so hängt dies offenbar von der Säure ab, welche die Cellulose-Moleküle vorübergehend zu Amylum umsetzt.

Was nun die Zusammensetzung der unveränderten Baumwolle I. und der mit Jod, unter dem Einflusse von Schwefelsäure erhaltenen, mit Wasser ausgewaschenen und mit Alkohol ausgezogenen, farblosen, pulvrigen Substanz II. betrifft, so ist dieselbe folgende:

I. Baumwolle mit Alkohol ausgezogen

C 44,91
H 6,40
O 48,69

II. Baumwolle, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt gewesen ist:

C	44,30	44,46
H	6,20	6,19
O	49,50	49,34 *)

Beide haben also genau dieselbe Zusammensetzung, und da auch alle Eigenschaften derselben übereinstimmen, so darf man annehmen, daß nach der Einwirkung der Schwefelsäure die Cellulose durch Wasser wieder hergestellt wird.

Wirkt die Schwefelsäure auf Pflanzentheile, welche aus reiner Cellulose bestehen, länger ein, oder wird concen-

*) Die einzelnen Data dieser und aller in diesem Abschnitte vorkommenden Analysen findet man in den Scheik. Onderz. Deel III.

trirte Säure angewandt, so entsteht Dextrin. Diese Eigenschaft macht die Gründe, welche für eine temporäre Veränderung der Cellulose in Amylum sprechen, so lange sie der Einwirkung von Schwefelsäure oder Phosphorsäure ausgesetzt ist, noch wahrscheinlicher. Cellulose und Amylum entstehen bekanntlich in der Pflanze aus Dextrin (S. 206). Da nun concentrirte Schwefelsäure sowohl Amylum als Cellulose wieder in Dextrin umwandelt, so ist die Annahme, daß weniger concentrirte Schwefelsäure Cellulose in Amylum verwandelt, jedenfalls nicht ungereimt.

In keinem Falle ist die blaue Färbung bloß der feinen Vertheilung des Jods zuzuschreiben, sie ist vielmehr ein so charakteristisches Kennzeichen der Cellulose, daß wir kaum ein feineres Reagens auf chemische Stoffe kennen. Jod und Schwefelsäure sind daher bei Untersuchungen im Gebiete der Pflanzenorganographie und Organogenie unentbehrlich und nicht hoch genug zu schätzen. Man werfe nur einen Blick auf Fig. 1, B, wo der Querdurchschnitt eines Internodiums von Hoya carnosa abgebildet ist, und bemerke, wie verschieden sich alle Theile unter dem gleichzeitigen Einflusse der beiden nämlichen Reagentien, nämlich gegen Jod und zweites Schwefelsäurehydrat, verhalten.

Die aus Cellulose bestehenden Pflanzengewebe, d. h. die nicht verdickten Pflanzenorgane, Parenchymzellen ꝛc. mit Jodtinktur befeuchtet, getrocknet und darauf mit zweitem Schwefelsäurehydrat benetzt, färben sich immer schön blau. Nach einiger Zeit entfärbt sich gewöhnlich das Gewebe, was besonders dann geschieht, wenn die Schwefelsäure dasselbe aufzulösen und in Dextrin zu verwandeln beginnt. Das erste Hydrat der Schwefelsäure erzeugt deshalb die blaue Färbung jener Gewebe nur für einen Augenblick, oder selbst gar nicht. Diese beruht daher unmöglich auf einer bloßen Präcipitation von Jod, sondern auf einer wahren

Verbindung deſſelben mit einer neuen Subſtanz, welche unter dem Einfluſſe von Schwefelſäure entſteht.

Nicht alle Pflanzengewebe erleiden jene Färbung, wie ſich aus den weiter unten mitgetheilten Verſuchen zur Genüge ergeben wird. Ich muß hier übrigens noch bemerken, daß wir uns ſtets einer ſchwachen Jodtinktur bedient haben, die Körper ein- oder mehreremale damit befeuchteten und darauf an der Luft trockneten, ſo daß ſie von Jod vollkommen durchdrungen waren, und zuletzt zweites Schwefelſäurehydrat darauf tröpfelten oder concentrirtere Säure, wo dies beſonders bemerkt iſt.

Wenn man den Gegenſtand nicht zuvor trocknet, ſondern ihn noch feucht der Behandlung mit Schwefelſäure unterwirft, ſo erhält man einen kryſtalliniſchen Niederſchlag von Jod, wodurch die Reaction undeutlich wird.

Die Reaction mit Jod und Schwefelſäure iſt für Pflanzengewebe ſo charakteriſtiſch und allgemein, daß wir noch einen Augenblick dabei verweilen müſſen. Sie erſcheint nicht nur in allen jungen Zellenmembranen, ſondern auch in vielen ältern, in den Collenchym- und Merenchymgeweben in allen unverdickten Markzellen, und iſt daher ein ausgezeichnetes Mittel, um Celluloſe aufzufinden. Selbſt Celluloſe, worauf bei ihrer Darſtellung und Reinigung ſchon kräftige Agentien eingewirkt hatten, zeigte noch immer jene Färbung, z. B. Flachs, welcher der Einwirkung von Chlor ausgeſetzt geweſen war, Samen von Phytelephas, auf dieſelbe Weiſe behandelt, von Cocos nucifera mit concentrirter Kalilauge und Chlor behandelt, von Cocos lapidea zweimal mit concentrirtem Kali und Chlor behandelt (Stoffe, welche von Baumhauer unterſucht hat, Scheikundige Onderzoekingen D. II). Auch da, wo man es nicht mit reiner Celluloſe zu thun hat, wie bei der Unterſuchung der inneren Schichten der Baſtfaſerzellen oder bei den Spiralen der Spiralzellen ꝛc., ſind Jod und Schwefelſäure von großem Werthe um ſo mehr als alle andern Reactionsmittel, die wir ge-

prüft haben, hinſichtlich der Schärfe ihnen bei weitem nachſtehen; wir haben deshalb auch vielfach Gebrauch davon gemacht.

Gehen wir nun zu einer ſpeciellern Betrachtung der verſchiedenen Zellenformen und derjenigen Stoffe über, woraus ſie zu beſtehen ſcheinen. Ich bitte hier um ganz beſondere Nachſicht der Leſer, da dies ein erſter Verſuch in dieſem Theile der Wiſſenſchaft iſt, und ich nothwendig eine Reihe von beſondern Reactionen anführen muß, um die noch zu iſolirt ſtehenden Thatſachen in einem Zweige der Naturwiſſenſchaft zu veranſchaulichen, wo ſie ſich noch nicht, wie in andern Zweigen derſelben, gehörig geordnet, unter allgemeine Geſichtspunkte bringen laſſen. —

Die runden Merenchymzellen in jungen Blättern von Agave americana ſchwellen in concentrirter Salpeterſäure ſtark auf. Verdünnte Salpeterſäure (1 Th. Waſſer auf 1 Th. Säure) bringt die Zellenkerne zum Vorſchein, die übrigens auch ohne Salpeterſäure (Fig. 10) ſichtbar ſind. In ſehr jungen Zellen ſieht man den utriculus internus deutlich mit dem Kerne in der Wand deſſelben: in manchen findet man ſelbſt zwei Kerne.

Concentrirte Schwefelſäure löſ't die runden Merenchymzellen leicht auf; Schwefelſäure (4 Th. Säure mit 1 Th. Waſſer verdünnt) färbt die Wände der zuvor mit Jod getränkten Zellen blau (Fig. 69), den Inhalt braun. —

Aus dieſem Verhalten geht hervor, daß die runden Merenchymzellen bloß aus Celluloſe beſtehen. Die Einwirkung der Salpeterſäure, welche weder in der Zellenwand noch in den Kernen eine merkbare Färbung hervorbringt, zeigt die Abweſenheit jeder Proteinverbindung; höchſtens iſt eine ſo geringe Menge davon vorhanden, daß ſich die daraus gebildete Xanthoproteinſäure nicht mehr nachweiſen läßt. Ammoniak, nach der Einwirkung der Salpeterſäure im Uebermaaß hinzugeſetzt, bringt auch keine gelbe Färbung hervor, ſo daß

man mit Sicherheit auf die Abweſenheit wahrnehmbarer Spuren von Protein in jener Zellenwand ſchließen kann *).

Die ovalen Parenchymzellen von Aloe lingua werden von concentrirter Schwefelſäure ſogleich aufgelöſ't **). Salpeterſäure läßt den utriculus internus (Fig. 8) deutlich als ein gelbes körniges Häutchen unterſcheiden, während die äußerſte Zellenwand unverändert bleibt. Von Kernen iſt keine Spur zu ſehen ***). Nach Zuſatz von überſchüſſigem Ammoniak iſt in dem utriculus internus eben ſo wenig, wie in der äußerſten Zellenwand eine Veränderung wahrzunehmen †).

Jod und Schwefelſäure färben die Parenchymzellen blau und löſen ſie mit Leichtigkeit auf. Concentrirte Posphorſäure (zur Syrupconſiſtenz abgedampft) löſ't ſie, ebenſo wie concentrirte Schwefelſäure ſehr ſchnell auf ††).

Königswaſſer übt keine merkbare Einwirkung auf die Parenchymzellen aus †††); der utriculus internus kommt dadurch aber deutlich zum Vorſchein; ebenſo durch concentrirte Salzſäure und verdünnte Schwefelſäure. Er unterſcheidet ſich alſo weſentlich von der äußeren Zellenwand, welche auch hier ohne eine merkbare Beimengung bloß aus Celluloſe zu beſtehen ſcheint. Der utriculus internus wird durch Alkohol, Salzſäure, Salpeterſäure, Königswaſſer und verdünnte Schwefelſäure contrahirt; da er übrigens durch Salpeterſäure und

*) Nach 48ſtündiger Einwirkung von Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) wird Alles durch Zuſatz von Ammoniak entfärbt, und es treten die Kerne deutlich hervor, welche alſo bei jener Behandlung keine Veränderung erlitten haben.

Durch Brom kommt der utriculus internus in ſehr alten Agave nach einigen Stunden ſehr deutlich zum Vorſchein. (Hartig und M.)

**) Und das darin enthaltene Chlorophyll färbt ſich blau.

***) Hier und da liegen in den Zellen nahe bei den Gefäßbündeln große runde gelbgefärbte Körper, Fig. 8 c., mit ſchaef begrenztem Rande und von körniger Beſchaffenheit (Harzkugelchen ?).

†) Die runden Köeperchen wurden brauner.

††) Die Chlorophyllkörper wurden blaugrün und aufgelöſ't.

†††) Außer auf das Chlorophyll, deſſen Körner viel kleiner werden.

Ammoniak nicht gelb oder orange gefärbt wird, so ist an die Gegenwart einer Proteinverbindung in demselben eben so wenig zu denken, als in der äußersten Zellenwand.

Man kann nicht sagen, daß jener utriculus in alten Zellen verschwindet, weil er, wenigstens in Aloe lingua, in der Spitze eines alten Blattes in seiner vollkommenen Entwickelung überall gefunden wird, und also hier eine bleibende Zellenmembran ist, wie dies bereits Mohl beobachtet hat.

In den jungen, noch nicht entfalteten Blättern bringen Jod und verdünnte Schwefelsäure keine Veränderung der Zellenwand und der Kerne hervor. Aber nach Zusatz von concentrirter Schwefelsäure färben sich auch diese Parenchymzellen blau. Dieselbe Veränderung bringt concentrirte Phosphorsäure nach Zusatz von Jod, oder umgekehrt, in alten Blättern hervor. Phosphorsäure und Schwefelsäure haben also beide die Fähigkeit, die Cellulose in Amyloid zu verwandeln. (Harting und M.)

Eckige Parenchymzellen von Cicas revoluta an der Basis eines jungen Blattstiels zeigen auf ihrem Querdurchschnitt eine merkwürdige Verschiedenheit der Substanzen, woraus die Wand besteht. Die großen Kerne, die darin gefunden werden, färben sich durch Jod zuerst gelb, während die dicken Wände durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure blau werden, mit dreieckigen Zwischenräumen. Ferner sieht man in der Wand blaue Stellen, welche bald dunkler, bald heller erscheinen, und den äußersten Rand viel heller gefärbt, als den inneren derselben Wand. Fig. 27 a a. Eine dünne gelbe Wand (utriculus internus) legt sich auf der inneren Seite an jene an. Fig. 27 b. *)

Außer Cellulose findet sich also in dem eckigen Paren-

*) Die Membranen der inkrustirten Zellen haben große Oeffnungen und eine braune äußere und blaue innere Wand, deren Farben durch die Oeffnungen hindurchscheinen. (Harting und M.)

chym noch eine andere Subſtanz, welche unter dem Einfluſſe der genannten Agentien nicht in Amyloid verwandelt wird. Sie widerſteht der Einwirkung concentrirter Schwefelſäure, ohne dadurch gefärbt zu werden, und obgleich wir ihre chemiſche Natur noch nicht näher beſtimmt haben, ſo iſt ſie jedenfalls nicht Celluloſe noch die eigentliche Holzſubſtanz. Sie kann Pectoſe ſein.

Das ſtrahlige oder ſternförmige Parenchym erſcheint in den Luftbehältern des Blattſtiels von Musa paradisiaca und gehört zu denjenigen Geweben, welche faſt aus reiner Celluloſe beſtehen (Fig. 9, A und B). Concentrirte Salpeterſäure färbt daſſelbe nicht, aber es ſchwillt darin ein wenig auf *)

Die Zellenwand ſelbſt des ſternförmigen Parenchyms von Musa, wenn ſie der Einwirkung von Salpeterſäure ausgeſetzt geweſen iſt und darauf mit einem Ueberſchuß von Ammoniak behandelt wird, nimmt eine hochgelbe Färbung an und iſt alſo nicht ganz frei von Protein. — Jod und Schwefelſäure färben die Zellenmembranen blau. (Fig. 9, A.) Die etwas hellere blaue Farbe und der Umſtand, daß ſie in Salpeterſäure aufſchwellen, beweiſen, daß, obgleich Celluloſe der Hauptbeſtandtheil derſelben iſt, eine andere unter dem

*) Hier und da zeigen ſich in dem Inhalte der Zellen, B 1, aa, dicke gelbe ſternförmige Körper, welche durch überſchuſſiges Ammoniak hoch gelb orangefarben werden, und alſo — da ſie in dem unveränderten Gewebe unſichtbar, alſo ungefärbt ſind — aus einer coagulirten eiweißartigen Subſtanz zu beſtehen ſcheinen, in der That eine merkwürdige Thatſache, die bis jetzt noch ganz iſolirt daſteht. Ueberall wo wie in dem Parenchym der Pflanzen Protein gefunden haben, war es ein Beſtandtheil der verdickten Zellenwand, oder im aufgelöſ'ten Zuſtande in den Säften enthalten. Die orangefarbenen, körnigen, ſternförmigen Körper werden, wenn ſie einige Zeit in Ammoniak gelegen haben, zu einer gelben Flüſſigkeit aufgelöſ't, welche ſich durch die Zellen vertheilt. Kali nach vorhergegangener Einwirkung von Salpeterſäure bringt dieſelbe Erſcheinung hervor; es hat ſich alſo hier xanthoproteinſaures Kali gebildet. Dieſe Proteinſubſtanz iſt in den utriculi interni enthalten und wird davon genau eingeſchloſſen. Dies beweiſ't, daß die utriculi interni im jugendlichen Alter mit der Zellenwand genau zuſammenhängen.

Einflusse der genannten Agentien ungefärbt bleibende Substanz, vermuthlich Pectose, damit gemengt ist *). Der Reichthum des Zelleninhaltes an coagulirtem Eiweiß erklärt das Vorkommen des Proteins in der Zellenwand. Die Wand ist bloß davon durchdrungen, und zwar immer nur von Spuren desselben. (Harting und M.)

Spiralgefäße.

Wir können einer allgemeinen Eigenschaft der Pflanzenzellen nicht genug unsere Aufmerksamkeit zuwenden, der nämlich, daß an den Wänden der ausgebildeten Membran Stoffe in spiralförmiger Richtung abgelagert werden. Die Ursache dieser Erscheinung ist unbekannt, aber die Thatsache steht fest. Sie hat zu einer Reihe der merkwürdigsten Verhältnisse im Gebiete der Entwickelungslehre der meisten Pflanzenorgane und Gewebe den Schlüssel geliefert und verdient deshalb hier näher betrachtet zu werden.

Man findet in jungen Zellen außer dem utriculus internus Nichts, als ein denselben umgebendes Cellulose-Zellenhäutchen. In vielen andern Zellen sieht man eine spiralförmige feste Substanz als dünne Schicht an der inneren Seite der Zellenwand sich hinaufwinden. Denkt man sich

*) Auch die aus reiner Cellulose bestehenden Zellenmembranen schwellen in Salpetersäure, wie in Salzsäure und andern Säuren auf. Daraus ließe sich also kein Beweis für das Vorhandensein von Pectaten entnehmen. Aber die Ausdehnung war hier weit stärker, als bei bloßer Cellulose. Knollen, welche beim Auskochen mit kohlensaurem Natron keine Pectinsäure mehr abgaben, schwollen durch Einwirkung von Salpetersäure und Salzsäure noch stark auf. Man vergleiche die Artikel: Pectinsäure und Xyloidin in Scheik. Onderz. Deel III.

Am obigen Orte ist zugleich bewiesen, daß die Pectinsäure nicht Bestandtheil der Zellenwände ist, und daß auch keine pectinige Säure besteht, wie Chodnew gefunden zu haben glaubt; ferner daß Pectin eine Verbindung von Dextrin und Parapectinsäure ist. Ich erwähne dieser neueren Untersuchung auch deshalb, weil sie zur Erläuterung des bereits S. 244 daselbst Angeführten dient.

mehrere Zellen durch eine gemeinſchaftliche Achſe verbunden, ſo läßt ſich die Spirale von der einen Zelle bis in die andere darüber liegende, und von der zweiten bis in die dritte u. ſ. w. verfolgen. Wenn ſich die ſpiralförmig abgelagerte Subſtanz in größerer Menge anhäuft, ſo wird die Zelle vergrößert; das Zellenhäutchen dehnt ſich und verſchwindet nach und nach an der Stelle, wo die Zellen aneinandergrenzen. So entſteht an der Berührungsfläche der durch eine Achſe verbundenen Zellen eine Oeffnung und ein fortlaufender Canal, welcher eine Reihe von Zellen in unmittelbare Verbindung ſetzt. Die Abſonderung neuer Subſtanz aus dem Zelleninhalte findet nur in der Richtung der Spirale Statt, während die Verdünnung der urſprünglichen Zellenmembran an der Vereinigungsſtelle der Zellen fortwährend zunimmt. Dadurch erweitert ſich die Oeffnung und erreicht endlich das Maximum der Größe, d. h. es entſteht ein ununterbrochener cylindriſcher Canal, aus mehreren zu einem Ganzen verbundenen Zellen gebildet, welche in ihrem Innern mit einem einfachen ſpiralförmig gewundenen Faden bedeckt ſind.

Dieſe in den Pflanzen in großer Menge vorkommenden kleinen Canäle nennt man Spiralgefäße. Sie beſtehen nicht bloß aus der das urſprüngliche Zellenhäutchen bildenden Subſtanz, ſondern zugleich mit dieſer noch aus einer andern daran abgelagerten Verbindung.

Die Spiralfaſer ſelbſt iſt nicht, wie Manche ſich vorſtellen, hohl, ſondern maſſiv, und hat bald eine cylindriſche Geſtalt, bald zeigt ſie ſich auf ihrer Durchſchnittsfläche elliptiſch oder viereckig. Sie iſt rein weiß. Ihre Windungen liegen bisweilen ſo dicht auf einander, daß dadurch eine Röhre entſteht, welche in nicht zu jungen noch zu alten Spiralgefäßen korkzieherförmig ausgezogen werden kann. Am häufigſten kommt die links gewundene Spirale vor *).

*) Ob die Spirale aus zwei Schichten beſteht, nämlich aus einer innern und

Nicht immer liegen indeſſen die Windungen ſo dicht auf einander, oft entfernen ſie ſich auf bedeutende Abſtände; bald ſind mehrere zu einem Ganzen verbunden, welche bei dem Abrollen der Spirale viel feſter vereinigt bleiben, als andere neben einander liegende Faſern, und bilden alsdann ein Band von vier, ſechs oder mehr feſt zuſammenhängenden Faden; endlich ſieht man bisweilen auch mehrere Schichten von Spiralfaſern ſich neben einander aufwinden, ſo daß die Röhre aus mehreren neben einander fortlaufenden Faden beſteht, deren Anzahl ſich mitunter auf zwanzig beläuft.

Die Spiralfibern der Spiralgefäße unterſcheiden ſich hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung nicht von der Subſtanz der Gefäßwindungen, ſo lange die Spirale noch jung iſt; mit zunehmendem Alter tritt indeſſen eine weſentliche Verſchiedenheit ein. Bei Agave americana, Fig. 50, färbte ſich die Spiralfiber der ausgewachſenen Blätter unmittelbar nach der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) rein blau wie die Zellenwand und dehnte ſich dabei bedeutend aus. Aus einem alten Theile eines alten Blattes wurde nur eine Spirale blau, die anderen gallegrün, Fig. 51, zum Beweiſe, daß wenigſtens zwei Subſtanzen vorhanden ſind, eine, welche ſich bläut, und eine zweite, welche die dem Jod eigenthümliche gelbbraune Farbe behält. Letztere dehnten ſich auch viel weniger aus, als die jungen Spiralen. Concentrirtere Schwefelſäure färbt die älteren zwar blauer, aber immer behalten ſie einen grünlichen Schein. Daſſelbe beobachtet man bei den Spiralen von Musa paradisiaca, welche aus einem Bande von fünf Faden mit ſchrägen gezahnten Streifen beſtehen. Sie werden durch

---

einer äußeren, die eeſte umſchließenden Schicht, und ob ſie durch Kali in zwei Stoffe zerlegt wied, wovon der eine Amylum iſt, der andeee durch Jod gelb gefärdt wird (Endlicher und Unger, Bot. Z. 36), muß duech wiederholte Verſuche entſchieden werden. Wir haben jene Angaben nicht beſtätigt gefunden.

Jod und Schwefelsäure grünblau gefärbt, trennen sich dabei und zeigen einen dunkelblauen Zwischenraum, dessen Färbung von der durchscheinenden Zellenwand herrührt.

In concentrirter Salpetersäure schwellen die jungen Fasern von Agave americana auf und bekommen hier und da hervorspringende Punkte, aber verändern sich nicht weiter. Ammoniak, im Uebermaaß hinzugesetzt, färbt sie gelblich. Sie enthalten daher eine Spur von Protein. Bei 605maliger Vergrößerung beobachtet man eben so wenig eine Verschiedenartigkeit der Substanz, als bei 788maliger Vergrößerung, Fig. 49. Concentrirte Schwefelsäure löst sie augenblicklich auf und färbt sie ein wenig braun, Fig. 52. Sie bestehen daher nicht aus reiner Cellulose. Verdünntere Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) verändert die Spiralen nicht, Fig. 46. Wird darauf concentrirte Säure hinzugesetzt, so zerfallen sie in kleine Stückchen und lösen sich nach und nach auf. Sie nehmen hierbei eine gelbe Farbe an, und nach der Auflösung der Faser bleiben gelbe Körner übrig, welche viel größer sind, als der Durchmesser der Fiber war, die durch Zusatz von Ammoniak wieder ein kleineres Volumen einnehmen, im Kali sich abermals ausdehnen, Fig. 47 *).

In concentrirter Kalilauge schwellen sie stark auf und erhalten eine rauhe Oberfläche, aber sie werden nicht aufgelöst, selbst nicht nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung; eine neue Quantität Kali verändert sie nicht weiter, Fig. 48 **). Fig 45 zeigt die Fasern, wie sie sich im Wasser verhalten.

---

*) Königswasser verändert die alten Fasern von Agave nicht, aber sie schwellen darin ein wenig auf. Eben so verhalten sie sich gegen Chromsäure.

Auch concentrirte Essigsäure verändert die Fasern nicht. Auf Zusatz von Blutlaugensalz bildet sich selbst nach längerer Einwirkung kein Niederschlag von Protein. Nachdem sie zwei Stunden in einer Sublimatlösung gelegen, haben sie dasselbe Ansehen, als wenn man sie unter Wasser betrachtet.

Es ist auffallend, daß die Dicke der Spiralen bei derselben Pflanze und selbst in demselben Blatte so sehr verschieden ist. Die dickeren Spiralen verhalten sich übrigens gegen die genannten Agentien, wie die dünneren.

**) Von einer großen Menge Kali würden sie ohne Zweifel bald aufgelöst werden.

In Phytolacca decandra werden die Spiralen durch concentrirte Salpeterſäure gelb gefärbt, beſonders nach darauf folgender Einwirkung von Ammoniak. Sie enthalten alſo ebenfalls Spuren von Protein. (Harting u. M.)

Mitſcherlich hat die Spiralgefäße von Piſang, alſo das aus Celluloſe beſtehende Häutchen ſammt der Faſer analyſirt (S. 213), worin außer Celluloſe und ein wenig Protein noch eine andere Subſtanz vorhanden iſt. Die bloßen Faſern von Musa sapientum gaben (Payen Mém. p. 219.)

C 48,43
H 6,91
O 44,66

Der Kohlenſtoffgehalt ſtimmt ganz mit dem von M. gefundenen überein; aber die für den erhaltenen Waſſerſtoff angegebene Zahl iſt offenbar unrichtig; und da Mitſcherlich denſelben unberückſichtigt gelaſſen hat, ſo wiſſen wir über ihre Zuſammenſetzung eigentlich nichts.

Es war wichtig, die Zuſammenſetzung der Spiralfaſern zu kennen, weil ſie, wie die obigen Verſuche zeigen, außer Celluloſe noch einen Stoff enthalten, welcher wenigſtens den mit alten Spiralfaſern angeſtellten Beobachtungen zufolge die mittelſte Schicht der Holzzellen oder die eigentliche Holzſubſtanz ausmacht. Da nämlich die Holzzellen drei Verbindungen: die Celluloſe, die Subſtanz der äußerſten und die der mittleren Schicht, enthalten, welche man gegenwärtig noch nicht zu ſcheiden weiß, ſo wird die Analyſe eines Elementargewebes, worin nur zwei derſelben vorkommen, über die Zuſammenſetzung der reinen mittleren Holzſubſtanz Aufſchluß geben können. Denn die Zuſammenſetzung der Celluloſe iſt bekannt, und das Protein kann aus den Spiralfaſern durch concentrirte Eſſigſäure ausgezogen werden; die Formel, welche die Analyſe der ſo gereinigten und mit verdünnter Säure, Alkohol, Aether und Waſſer behandelten Spiralfaſern nach Abzug der Celluloſe-Formel giebt, wird

daher die Zuſammenſetzung der reinen und der eigentlichen mittelſten Schicht der Holzzellen ausdrücken.

In dieſer Abſicht wurden aus Agave americana ausgezogene Spiralfaſern mit concentrirter Eſſigſäure, Waſſer, Alkohol und Aether gereinigt und der Analyſe unterworfen. Sie gaben etwas über 2% Aſche, welche alſo durch Eſſigſäure nicht aufgelöſt werden konnte, und bei 130° getrocknet:

	gef.	At.	ber.
C	47,65	64	47,94
H	6,04	98	5,99
O	49,31	47	46,07 *)

Dieſe Zahlen entſprechen der Zuſammenſetzung zweier Verbindungen, von denen die eine, nämlich die Celluloſe, bekannt iſt. Ziehen wir die Formel der letzteren von der Brutto-Formel ab, ſo haben wir:

	C	H	O
	64	98	47
Celluloſe	24	42	21
Holzſubſtanz	40	56	26

	At.	ber.
C	40	50,89
H	56	5,82
O	26	43,29

Wir werden hierauf in dem Artikel über Holz zurückkommen, nur will ich hier noch bemerken, daß ſich jene Subſtanz durch die Elemente des Waſſers von Ulmin unterſcheidet, worin ſie ſo leicht übergeht.

	C	H	O
Holzſubſtanz	40	56	26
Ulmin	40	28	12
		28	14

*) Scheik. Onderz. Deel III.

Diese Holzsubstanz, welche mit der mittelsten Schicht der Holzzellen identisch ist, wollen wir der Kürze halber mittlere Holzsubstanz nennen, im Gegensatze zu der äußersten Schicht, welche äußere Holzsubstanz heißen soll.

In Mamillaria pusilla, wo man breite, schwere, platte Spiralen findet, werden die Spiralfasern, aus der Uebergangsstelle des Stammes in das Rhizom, durch Kali nicht verändert, nur etwas durchscheinender; die Zellenmembran wird darin augenblicklich durchsichtig. Concentrirte Salpetersäure färbt die auf dem Querschnitte beobachteten Ringe gelblich; wenn man darauf Ammoniak im Uebermaaß hinzufügt, so entsteht eine starke gelbe Färbung von xanthoproteinsaurem Ammoniak; und zwar weit stärker, als sie bei Agave und Opuntia beobachtet wurde, Fig 53. Die Fasern bleiben vollkommen homogen und schwellen ein wenig auf. Auf dem Längsdurchschnitte sieht man in der Zellenwand durch Salpetersäure und Ammoniak keine Färbung entstehen, Fig. 54. — Jodtinktur färbt die Spiralen und die Zellenwand braun, auf Zusatz von Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) werden sie nicht blau, aber erstes Schwefelsäurehydrat löst darauf die Zellenwände mit rein blauer Farbe auf, während die Spiralen noch braun sind, Fig. 55. Letztere werden nach einiger Zeit gallegrün, Fig. 56 und 57, bleiben vollkommen homogen und färben sich nach einer halben Stunde braunroth, Fig. 58, in Folge der Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure; nach 24 Stunden ist Alles in dem nämlichen Zustande. Verdünnte Schwefelsäure übt weder auf die Spirale noch auf die Zellenwand eine Einwirkung aus; nach Zusatz von concentrirter Säure werden beide aufgelöst, die Wände zuerst und darauf nach und nach die Spiralen, anfangs ohne Färbung, zuletzt bräunt sich die Masse, ohne daß, wie bei Agave, etwas Körniges zurückbleibt. Gleichzeitig mit den Spiralen und also weit langsamer als die Wände der Spi-

ralzellen werden die Markzellen aufgelöst, welche also aus weit dichtern Substanzen bestehen als jene. Nach 24 Stunden findet man immer noch Theile der Spirale ungelöst *).

Jene Spiralen zeigen also von denen der Spiralgefäße anderer Pflanzen ein abweichendes Verhalten. Cellulose scheint nur in sehr geringer Menge darin vorzukommen, wogegen sie viel mittlere Holzsubstanz enthalten.

Es war von Interesse, von den Spiralgefäßen von Mamillaria eine Analyse anzustellen, weil dadurch annäherungsweise die Zusammensetzung der Spiralen gefunden werden kann. Der Holzkörper von Mamillaria pusilla, welcher ohngefähr aus 80% Spiralen, 10% Markstrahlen und 10% Spiralröhren besteht, und welcher das Holz in den Dikotyledonen enthält, wie bei den Coniferen die Tüpfelzellen, hat in der That — nach vorhergegangener Behandlung mit Alkohol, Wasser und Aether — bei der Analyse Zahlen gegeben, welche der Zusammensetzung des Holzes sehr nahe entsprechen. Das sehr dünne Zellenhäutchen der Spiralzellen und Markstrahlen ist weniger Ursache jener Uebereinstimmung (S. 447), als die Spiralen an und für sich. Die gefundene procentische Zusammensetzung ist folgende:

---

*) Nach 24stündiger kalter Behandlung mit Chlorwasser hatten weder die Spiralen noch die Zellenhäute eine Veränderung erlitten. Mit concentrirter kalter Salzsäure eben so lange digerirt, blieben die Zellenmembranen farblos, die Spiralen wurden hell violett gefärbt. Fig. 59. Sie enthalten daher eine Spur von Protein †). Bei 60° 24 Stunden lang mit concentrirter Salpetersäure in Berührung, waren sowohl die Zellenhäute als die Spiralen stark aufgeschwollen und sehr durchscheinend geworden. Ebenso nach der Digestion mit concentrirter Kalilauge bei 60°, wobei die Farbe gelbbraun wurde. Nachdem das Alkali mit Wasser vollkommen ausgewaschen war, brachte Jod und Schwefelsäure in der Zellenmembran noch dieselbe blaue Farbe hervor, während die Spiralen sich braun färbten. (Harting u. M.)

†) Diese Reaktion ist noch schärfer, als die mit Salpetersäure und Ammoniak, und bietet ein ausgezeichnetes Mittel dar, um Protein in den Pflanzengeweben aufzufinden.

	130°	135°
C	50,49	50,25
H	6,10	6,10
O + N	43,41	43,65 *)

Der bedeutende Aſchengehalt, welcher ſich auf 6 bis 7 pC. beläuft, macht die Reſultate der Analyſe etwas ungenau; außerdem enthält jene Subſtanz, wie das Holz, Protein. Man ſieht indeſſen, daß die Spiralen von Mamillaria aus der mittleren Holzſubſtanz beſtehen, worin ſich kaum noch ein Gehalt an Celluloſe entdecken läßt. Die Spiralen von Agave, mit denen von Mamillaria verglichen, zeigen nur eine Abweichung in der Menge, nicht hinſichtlich der Natur der Stoffe, welche die Faſern bilden. In jenen iſt, ſelbſt in den alten Spiralen, weit mehr Celluloſe enthalten, als in den letzteren; in dieſen weit mehr der mittleren Holzſubſtanz und damit zugleich eine größere Menge Protein.

Wir haben immer gefunden, und es iſt eine allgemeine Thatſache, daß, je reicher ein Elementargewebe an der mittleren Holzſubſtanz iſt, es um ſo mehr Protein enthält. Das Protein iſt ein beſtändiger Begleiter der Holzſubſtanz, und dieſes gemeinſame Vorkommen deutet darauf hin, daß es bei ſeiner Zerſetzung den Zelleninhalt in die mittlere Holzſubſtanz verwandelt, und daß hierbei diejenigen Antheile deſſelben, welche der Zerſetzung entgehen, von dem neugebildeten feſten Körper eingeſchloſſen werden. Deshalb findet man Protein nur in alten und verdickten, nicht in jungen Schichten.

Die Bildung der breiten Spiralen von Mamillaria kann, wiewohl wir ſie im jugendlichen Zuſtande nicht unterſucht haben, auf eine andere Weiſe vor ſich gehen, als in Agave americana. Die erſten Spuren müſſen ſpiralförmige Verdickungen von Holzſubſtanz ſein, welche ſich, mit viel Celluloſe innig verwebt, an der Zellenwand abgelagert hat. Nach und

*) Scheik. Onderz. Deel III.

nach nimmt die Menge der ersteren zu und die der letzteren bedeutend ab, so daß sie am Ende bis auf geringe Spuren oder ganz verschwindet.

Die Bildung der Spiralen und die Ablagerung der Holzsubstanz in den Holzzellen geschieht also durch dieselbe Substanz; nur ist die Stelle der Ablagerung eine andere. In den Spiralgefäßen findet die Ablagerung an der innern Wand und spiralförmig Statt; in den Holzzellen dringt sie schichtenweis durch die Zellenwand nach außen.

Die Wand der Spiralgefäße ist immer reine Cellulose.

Ringförmige, netzförmige, gestreifte, punktirte Gefäße.

Die Verdickungsschicht, welche sich in manchen Zellenreihen als reine Spirale an der Zellenwand absetzt, bildet zuweilen auch unregelmäßige Spiralen oder Spiralgefäße. Wenn die aneinandergereihten Zellen keine Oeffnung erhalten, durch welche sie cummuniciren, so bleibt eine jede Zelle selbstständig für sich bestehen und behält die Spirale oder bekommt neue Umwandlungsprodukte derselben. Haben dagegen jene Zellen eine gemeinschaftliche Oeffnung, und findet dabei eine ungleichmäßige Entwickelung der Spirale Statt, so entsteht ein von der Form der Spiralgefäße abweichendes Gefäß.

Dieser Mittel bedient sich die Natur, um die verschiedenen Pflanzengefäße hervorzubringen.

Isolirte Windungen einer Spirale bilden, wenn sie dicht neben einander liegen, ohngefähr einen Ring. Stellen wir uns vor, daß von einer in einer Zelle abgelagerten Spirale mehrere Windungen zusammenwachsen, und das Zellenhäutchen sich auszudehnen fortfährt, so kann sich dieses Stück von dem übrigen Theile der Spirale losreißen und einen Ring bilden. Findet dieses Verwachsen zweier, dreier oder mehre-

rer Windungen über die ganze Länge der Spirale Statt, ſo entſteht durch ſpätere Ausdehnung der Zellenmembran und durch Trennung dieſes Theils vom Ganzen eine Reihe von Ringen, welche mit dem Zellenhäutchen zuſammenhängen; mit andern Worten, es bilden ſich Ringzellen. Denken wir uns endlich, daß eine ſolche Veränderung in einer Reihe von Zellen vor ſich geht, welche durch eine gemeinſchaftliche Achſe unter einander verbunden ſind, und daß die Scheidewände verſchwinden, ſo entſteht eine ringförmiges Gefäß, eine Röhre, welche urſprünglich aus ſpiralförmig inkruſtirten Zellen beſteht, und die eine bedeutende Länge in der Pflanze einnehmen kann. Es ſind hier die Ringe, welche wie die Spiralen inkruſtirende Stoffe enthalten und die mit der Zellenmembran vereinigt ſind, worin urſprünglich die Inkruſtirung geſchieht.

Man kann über den Urſprung jener ringförmigen Gefäße nicht im Zweifel ſein; man findet zuweilen zwiſchen den Ringen ſogar noch kleine Stücke der Spirale, welche an der allgemeinen Veränderung nicht Theil genommen haben.

Netzförmige Gefäße entſtehen auf dieſelbe Weiſe durch ſpiralförmige Vertheilung der Subſtanzen an der Zellenwand, mit dem Unterſchiede, daß die Trennung der Spiralwindungen nicht wie bei der Ringbildung in einer gewiſſen Ordnung, ſondern unregelmäßig geſchieht; dadurch werden hier und da kleine vereinzelte Theile der inkruſtirten urſprünglich ſpiralförmig abgelagerten Subſtanz ſichtbar.

Zeigen jene Theile eine gewiſſe Regelmäßigkeit, ſo nennt man die Gefäße geſtreifte Gefäße; die Theile der Windungen ſind regelmäßige, aber ſie bilden keinen Ring.

Wenn endlich die außen ſichtbaren Theile der Spirale ſehr klein und ihrer ſehr viele ſind, wenn, mit andern Worten, die Windungen unzählige Male in kleine Theile zerſtückelt ſind, ſo ſieht man zwiſchen denſelben da, wo die Theile der Spirale ſich getrennt haben, kleine Punkte, und die ſo

gebildeten Gefäße nennt man punktirte Gefäße. Sie bestehen wie die anderen aus Zellenhäutchen und sind inwendig mit Theilen der Spirale belegt, welche als inkrustirende Substanz in den Zellen abgelagert war.

Daß alle Pflanzengefäße ohne Unterschied aus Zellen entstehen, und daß die verschiedenen Arten derselben sich auf die so eben erwähnte Weise bilden, ist nicht in Abrede zu stellen. Was den ersten Punkt betrifft, so findet man in sehr entwickelten Gefäßen solche Unregelmäßigkeiten, welche nur aus dem zelligen Ursprunge zu erklären sind, nämlich Verengungen in Abständen, welche von der Größe der Zellen abhängen und als Ueberbleibsel der ursprünglichen Querwände der Zellen angesehen werden müssen.

So leicht sich die Entstehung der Spiralgefäße, die Inkrustation der verdickten Zellenwände und die Bildung ringförmiger, netzförmiger, gestreifter und punktirter Gefäße aus der nämlichen Ursache, nämlich aus der Ablagerung der spiralförmig gewundenen dünnen Schicht einer Substanz (der mittleren Holzsubstanz) gegen die Zellenwand ableiten läßt, so ist wohl zu bemerken, daß jene Formen nicht willkürlich oder durch geringe Abänderung der Verhältnisse in einander übergehen, in der Art, daß ein punktirtes oder gestreiftes Gefäß als ein unvollkommenes Spiralgefäß betrachtet werden müßte. Es herrscht vielmehr bei der Entwickelung der genannten verschiedenen Formen aus derselben Grundform eine vollkommene Gesetzmäßigkeit, und es ist unverkennbar, daß in dem Pflanzenreich jene Organe vermittelst spiralförmig abgesonderter Stoffe nach bestimmten Gesetzen gebildet werden, weshalb ein jedes in seiner Weise vollkommen genannt werden muß.

Aus der Eigenschaft der Pflanzen, in spiralförmigen Linien Stoffe abzuscheiden oder Elementartheile zu entwickeln, läßt sich sogar für die Vertheilung der Zweige und Blätter eine Gesetzmäßigkeit ableiten; Schimper und Braun

haben die ſcheinbare Unregelmäßigkeit, welche darin herrſcht, auf ſpiralförmige Ablagerung zurückgeführt und dieſe Erſcheinungen mit obigen Thatſachen in vortreffliche Uebereinſtimmung gebracht.

Ueber die Natur der Stoffe, woraus die abgehandelten Gefäße beſtehen, waren unſere Kenntniſſe bisher ſehr mangelhaft; nur daß Celluloſe in den Wände der Gefäße vorkommt, war bekannt. Von den übrigen Beſtandtheilen wußte man nichts. Wir haben darüber nachfolgende Beobachtungen angeſtellt.

Die Ringzellen weichen, was die Beſtandtheile der Zellenwand betrifft, nicht von den parenchymatiſchen Zellen ab, d. h. ſie beſtehen aus reiner Celluloſe. Die Ringe ſelbſt verhalten ſich aber eigenthümlich und unterſcheiden ſich mehr oder weniger von den Spiralen der Spiralgefäße; ſie nähern ſich mehr denen der Spiralzellen.

Die Ringe von Opuntia microdasis, Fig. 60, 61, 62, 63, 64, ſchwellen in concentrirter Kalilauge auf; ſie bleiben dabei vollkommen homogen, ungefärbt und werden nicht aufgelöſt.

Concentrirte Salpeterſäure verhält ſich eben ſo; ſie dehnen ſich aus und bleiben ungefärbt; Ammoniak, im Uebermaaß hinzugefügt, zeigt ein wenig Protein an, Fig. 63.

Concentrirte Schwefelſäure löſt die Zellenwand augenblicklich auf, während die Ringe anſchwellen und durchſichtig werden. Sie bleiben vollkommen homogen, bekommen viele kleine Oeffnungen und nach innen einen gekerbten Rand; ſie nehmen dabei eine gelbe Farbe an, Fig. 61. Nach einſtündiger Einwirkung der im Uebermaaß hinzugefügten Schwefelſäure bleiben ſie ungelöſt. — Die Spiralen, welche in den unterſuchten Gegenſtänden gleichzeitig vorkommen, verhalten ſich ebenſo.

Selbſt nach 24 Stunden haben ſich die Ringe in concentrirter Schwefelſäure noch nicht gelöſt. Durch Zuſatz von

Jodtinktur werden sie nicht blau, sondern braun, Fig. 62. Bald werden einige (drei oder vier) auf einander gelagerte Schichten sichtbar, welche durch dunkle Streifen getrennt sind. Manche Ringe zeigen die Schichten nicht; einige wenige, welche dieselben nicht enthalten, sind auswendig mit einem sehr dunkel gefärbten Rande umgeben und haben inwendig eine helle farblose Stelle, welche die Oeffnung ist, Fig. 62.

Wenn man den zu untersuchenden Gegenstand vor der Behandlung mit Schwefelsäure trocknet, so schwellen die Ringe stark auf und werden etwas früher als die andern Spiralen aufgelöst. Die Farbe ist anfangs grünlich, Fig. 64, und geht darauf ins Braune über. Von einer nach der Auflösung übrigbleibenden Substanz haben wir keine Spur wahrgenommen.

Durch Jodtinktur und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) färben sich die Ringe gelb. Fügt man darauf noch concentrirte Schwefelsäure hinzu, so werden sie dunkelgelb, gallegrün, aber nicht blau, während die Merenchymzellen, gleich wie die Zellenwand der Ringzellen und der Spiralzellen, sich augenblicklich bläuen. Die Spiralen der letzteren nehmen dieselbe grüne Farbe an wie die Ringe. Diese Reaktionen bestätigten den Uebergang der Spiralen in Ringe, den wir in mehreren Fällen direkt beobachteten. Es findet nämlich zwischen denjenigen Stoffen, woraus die Spiralen und Ringe zusammengesetzt sind, kein Unterschied Statt, Fig. 60 *).

Die Ringe der Ringgefäße (gestreifte Zellen) von Vitis vinifera, Fig. 44. c, verhalten sich wie die obigen (Harting und M.).

Die Wände der Ringzellen sind also aus Cellulose und, wie es scheint, aus reiner Cellulose gebildet; die Ringe ent-

*) Chromsäure verändert die Ringe nicht, außer daß sie aufschwellen. Königswasser verhält sich eben so; das Nämliche gilt von den Spiralen.

halten nur eine Spur davon. Da ſie früher ganz aus Celluloſe beſtanden (ſ. Spiralgefäße) und nun den Charakter der mittelſten Wand der Holzzellen angenommen haben, ſo hat im Verlauf ihrer Entwickelung eine weſentliche Veränderung Statt gefunden. Den Reaktionen nach zu urtheilen, ſcheint die Subſtanz der Ringe mit den Verdickungsſchichten von Hoya übereinzuſtimmen, und alſo aus der mittleren Holzſubſtanz, mit ein wenig Celluloſe innig gemengt, zu beſtehen. Die Membran, welche die äußerſte auf dem Querdurchſchnitte der Ringe der Ringzellen ſichtbare Schicht, Fig. 62, ausmacht, enthält eine größere Menge der eigentlichen Holzſubſtanz und weniger Celluloſe, als die übrigen Schichten.

Die Holzſubſtanz bringt alſo aus dem Zelleninhalte in die Spirale und verdickt dieſelbe theils durch Intusſusception, theils durch Superpoſition, grade wie bei den Holzzellen, von Hoya.

Die vasa reticulata, in Tradiscantia virginica beobachtet, ſchließen ſich ganz an die Ring- und Spiralgefäße. In mehreren Querdurchſchnitten fanden wir Ringe und Spiralen in demſelben Gefäße. Die Zellenwand färbt ſich durch Jod und Schwefelſäure dunkelblau, die Ringe ſelbſt gelblich grün (Harting u. M.).

Die vasa scalaria, welche wir unterſuchten, zeigten gegen die angewandten Agentien ein beſonderes Verhalten. Wir haben ſie zuerſt in Aspidium filix mas geprüft, worin man eine Menge derſelben in einem auf dem Querdurchſchnitte mit dunkelm Rande verſehenen Gefäßbündel findet. Die dicke Wand, welche das Gefäßbündel umgiebt, wird von Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) nicht aufgelöſt und verhält ſich in dieſer Hinſicht der cuticula der Pflanzen und der äußerſten Schicht der Holzzellen analog. Durch Jod und Schwefelſäure färbt ſie ſich braun. Die vasa scalaria ſelbſt werden durch Einwirkung von Jod und Schwefelſäure

äußerlich bräunlich und laſſen keine verſchiedenen Stoffe oder Schichten erkennen. Auf einem Längsdurchſchnitt zeigt ein vas scalare iſolirte, gelbgrüne Querſtücke, ſo daß die durchſcheinenden Stellen jenes Gefäßes wirklich Spalten ſind. Es kann hier keine dünne Zellenmembran, welche die ringförmigen Stücke umgiebt, vorhanden ſein, da von der erſten Einwirkung an in den Zwiſchenräumen keine blaue Färbung zu bemerken war.

Die nämliche Subſtanz, welche die Ringe der Ringgefäße bildet (mittlere Holzſubſtanz), macht auch die ringförmigen Theile jener vasa scalaria aus, während eine äußere dieſelben umgebende Schicht, welche durch Einwirkung von Jod nnd Schwefelſäure braun gefärbt wird, eine andere Beſchaffenheit zu haben und hier mit der äußerſten Schicht der Holzzellen identiſch zu ſein ſcheint. (S. Holzzellen.)

Nach 24 Stunden iſt noch Alles in dem nämlichen Zuſtande. Durch Zuſatz von concentrirter Schwefelſäure werden manche dunkelbraun, andere gelb, noch andere grün. Die breiteren färben ſich braun, die dünneren grün. Dies kann von Altersverſchiedenheit nicht herrühren; denn die Gefäße des Gefäßbündels entwickeln ſich gleichzeitig aus der Knospe. Verſchiedenheit der Dimenſionen hängt nur von der ſchnelleren oder langſameren Entwickelung ab; wenn daher die dünneren Schichten grün werden, ſo enthalten ſie noch Celluloſe eingemengt, die in den ältern, welche braun gefärbt werden, nicht merklich vorzukommen ſcheint.

Dieſe Thatſache iſt deshalb wichtig, weil ſie uns eine wirkliche Umänderung der Celluloſe in eine andere Subſtanz oder wenigſtens eine Vertretung derſelben durch eine andere Verbindung lehrt. Während manche Gewebe von ihrer Entſtehung an bis zu ihrer vollkommenen Entwickelung Celluloſe enthalten, vermindert ſich in andern Geweben der Gehalt an Celluloſe mit zunehmendem Alter immer mehr, um zuletzt ganz zu verſchwinden, indem eine andere

Subſtanz an ihre Stelle tritt, welche hier mittlere Holzſubſtanz iſt.

Die Pflanzengewebe verhalten ſich alſo in dieſer Beziehung grade wie die animaliſchen. Chondringewebe ändert ſich in den Knochen in leimgebendes Gewebe um; letzteres behält in der Haut und den ſeröſen Membranen immer ſeinen urſprünglichen Charakter.

In Vitis vinifera kommen neben den vasa scalaria auch vasa porosa vor. Unter der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure werden die Ring- und Spiralgefäße, und zwar die innern Theile derſelben braun, während die Markzellen ſich lebhaft blau färben. Die vasa porosa (Fig. 44) laſſen hier und da auf ihrem Längsdurchſchnitte ungefärbte Oeffnungen ſehen, und iſt das Gefäß ſelbſt nicht durchſchnitten, ſo erſcheinen ſie blau. In den dickwandigen Parenchymzellen von Cicas revoluta, Fig. 28, iſt die äußere Schicht der Wand bräunlich (die nämliche, welche die Holzzellen umgiebt, und die wir äußere Holzſubſtanz nennen), die innere Wand blau (Celluloſe): der Länge nach geſehen, müſſen daher die Oeffnungen die blaue innere Wand hindurchſcheinen laſſen, wie es in der That geſchieht. Aber es giebt in den Stengeln von Vitis vinifera noch andere vasa porosa, wo die Poren grün ſind. Dies ſind die Stellen, wo wahre Randpunkte (hofstippels) liegen, wo die braune Membran ſehr dünniſt, und die durchſcheinende blaue grün erſcheint.

In den vasa porosa kommen demnach zwei verſchiedene Wände, eine, welche blau, und eine andere, welche braun wird, und alſo zwei verſchiedene Stoffe vor; außerdem finden ſich zwei Arten von Poren, welche entweder durch correſpondirende Oeffnungen in beiden Wänden oder durch Canäle in der äußeren Wand, die ſich nach innen zu öffnen, hervorgebracht werden.

Die vasa porosa zeigen auf ihrem Querdurchſchnitte einige Analogie mit den Holzzellen. Außer daß ſie, wie

letztere, dickwandig sind, besitzen sie auch im Innern häufig ein sehr dünnes körniges, durch Jod und Schwefelsäure sich zusammenziehendes braunes Häutchen (utriculus internus). Sie weichen aber darin von den Holzzellen ab, daß die mittlere Wand — welche zwischen der äußeren braun werdenden und der so eben erwähnten dünnen inneren (utriculus) liegt — reine Cellulose ist und nicht wie bei den Holzzellen verschiedene Schichten enthält, wovon nur die innere reine Cellulose ist. Man könnte also die vasa porosa Holzzellen ohne mittlere Holzsubstanz nennen.

In Vitis vinifera ist der Uebergang der vasa scalaria und porosa in einander am deutlichsten wahrzunehmen. Ein langes Gefäß, auf dem Längsdurchschnitte betrachtet, ist nämlich zum Theil vas scalare, zum Theil vas porosum. Man sieht daraus, daß beide denselben Ursprung haben, und daß jenes auf dieselbe Weise entstanden ist, wie letzteres.

Die oben erwähnte äußere durch Jod und Schwefelsäure sich bräunende und die darin liegende blaue Wand findet man auch in den vasa porosa von Euphorbia caput medusae und in den vasa punctata von Asclepias syriaca.

Verdickte Zellenwände.

Wir haben uns jetzt der so viel besprochenen Tüpfelbildung genähert, deren Betrachtung zum Theil mit der Frage zusammenfällt, ob die Verdickung der Zellenwand auf der inneren oder auf der äußeren Seite der ursprünglichen Zellenmembran geschieht *).

Ich wage es nicht, über einen von den ausgezeichnetsten Vertretern ihrer Wissenschaft so vielfach untersuchten Gegenstand ein entscheidendes Urtheil auszusprechen; aber Niemand

*) Vergl. Mohl über den Bau der getüpfelten Gefäße. Linnaea, Bd. 6. H. 1. S. 1.

wird es übel deuten, wenn ich einfach die Beobachtungen mittheile, welche ich mit Harting darüber angeſtellt habe, und wenn ich daraus die Folgerungen ziehe, die ſie mir wie von ſelbſt an die Hand gegeben haben.

Indem wir die Frage, ob der utriculus primordialis wirklich primordial ſei, auf ſich beruhen ließen, haben unſere Verſuche uns gelehrt, daß nicht überall die nämliche Inkruſtirung Statt findet, und daß die Sache ſich nicht aus einem einzigen Geſichtspunkte allein betrachten läßt. Wenn die Zellenmembran — welche durch Jod und Schwefelſäure blau gefärbt wird, die in den allerjüngſten Geweben enthalten iſt und in jungen Holzzellen ohne Verdickung vorkommt — permanent iſt, ſo geſchieht die Verdickung bei der Holzbildung auf der äußeren Fläche derſelben. Denn auf der Innenfläche der verdickten Wände findet man immer eine aus Celluloſe beſtehende Membran. Die Tüpfelbildung geſchieht in allen dieſen Fällen durch Ablagerung von Schichten um die urſprüngliche Zelle, auf denen ſich eine dritte leicht zu unterſcheidende Schicht abſetzt, welche jene ganz umgiebt und welche wir Haut der Holzzelle nennen wollen. Fig. 31 Clematis vitalba, in Fig. 36 desgl.

Aber es kommt noch eine zweite Art der Verdickung vor, welche auf der inneren Seite der aus Celluloſe beſtehenden Zellenwand geſchieht. Dieſe iſt am deutlichſten in den dickwandigen Markzellen von Hoya carnosa zu ſehen, Fig. 41 und 42.

Endlich findet Verdickung in der Zellenwand ſelbſt Statt, in der Art, daß man keine ſchichtenförmige Ablagerung wahrnimmt, z. B. in dem Albumen des Samens von Phytelephas, Fig. 84 und 85, und von Iris cruciata, Fig. 81 und 82.

Es ſcheinen demnach drei Arten von Verdickungen unterſchieden werden zu müſſen.

Die verdickten und tüpfelförmigen Zellenwände verdienen alſo eine ausführliche Unterſuchung. Wir

wollen zunächſt das Verhalten verſchiedener Arten derſelben gegen einige Agentien betrachten.

Die Zellen von Hoya carnosa aus dem zweiten Internodium (von oben an gerechnet) eines jungen Zweiges geben mit concentrirter Salpeterſäure keine bemerkenswerthe Reaktion. Mit Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) befeuchtet, bleiben ſie braun und ſchwellen ein wenig an. Der Einwirkung concentrirter Schwefelſäure allein widerſtehen die Holzzellen; nur werden ſie gelb, während alles Andere, die cuticula und die Haare ausgenommen, aufgelöſt wird.

Aus dem vierten Internodium von Hoya werden die Holzzellen unter Einwirkung von Salpeterſäure ſtark gelb gefärbt, Fig. 1. A. f, gleich wie die verdickten Markzellen (ſ. Mark). Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) färben ſie braun, Fig. 1. B. f; daſſelbe fanden wir in dem ſiebten Internodium. Die ganz jungen Holzzellen (die Cambiumzellen der zweiten Schicht) werden übrigens rein blau, Fig. 1. B. e; eine Thatſache, welche die ſchon wiederholt ausgeſprochene Anſicht beſtätigt, daß die urſprüngliche Celluloſe ſich ſpäter in eine andere Subſtanz verwandelt oder durch eine andere erſetzt wird. Sie ſind nicht verdickt und haben einen braunen Inhalt.

Die Holzzellen des vierten Internodiums werden durch concentrirte Schwefelſäure grünlich-gelb, ſchwellen an und zeigen concentriſche Schichten; die Anſchwellung iſt ſo ſtark, daß das Lumen faſt ganz verſchwindet. Zuletzt wird Alles aufgelöſt, nur bleibt von den Holzzellen eine Membran übrig, welche die innere Wand derſelben ausmachte. Einige derſelben bilden ein Netz von ſechsſeitigen braunen Maſchen (mazen).

In dem ſiebten Internodium findet die nämliche Reaktion Statt, aber langſamer. Nach 48 Stunden iſt der Inhalt der Holzzellen braun und formlos geworden.

Jene Reaktion läßt in den Holzzellen des vierten In-

ternodiums von Hoya eine eigenthümliche Subſtanz erkennen, welche aus Celluloſe entſtanden iſt oder wenigſtens deſſen Stelle eingenommen hat. Aber während in dem ſiebten Internodium wahre Holzſubſtanz vorhanden zu ſein ſcheint, welche durch Schwefelſäure in Ulminſäure verwandelt wird, und obſchon ein in Schwefelſäure unlösliches Häutchen die Zelle umgiebt (äußere Holzzellenſubſtanz), ſo fehlten doch viele andere Eigenſchaften, welche die Holzzellen anderer Pflanzen charakteriſiren (ſ. Holzzellen).

Die lebhaft grüne Färbung der jungen Holzzellen von Hoya unter der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure in dem vierten Internodium — eine Erſcheinung, welche die verdickten Markzellen deſſelben Präparats gleichfalls zeigen — beweiſ't, daß die Celluloſe ſehr langſam verſchwindet. Die Analogie zwiſchen den Holz- und den verdickten Markzellen iſt hinſichtlich der verdickenden Subſtanz bemerkenswerth. Sie ſcheint für die ganze Verdickung die nämliche zu ſein, und nicht, wie in manchen Holzzellen, aus verſchiedenen Stoffen zu beſtehen.

In einem ſehr alten Zweige von Hoya, wo die concentriſchen Schichten deutlich zu ſehen ſind und zugleich die Verdickung ſo ſtark iſt, daß man ein Lumen der Zelle beinahe nicht mehr unterſcheiden kann, färbt concentrirte Schwefelſäure die verdickte Wand — auch die der verdickten Markzellen — anfangs lebhaft grün, ſpäter braun. Bei der Auflöſung der Markzellen geſchieht dies zuerſt von außen.

Der Samen von Alstroemeria aurea, Fig. 76, 77, 78, 79, 80, welcher ſchöne Tüpfel enthält, beſteht aus einem halb durchſcheinenden Gewebe, welches hornartiges Albumen genannt wird. — Mit concentrirter Schwefelſäure behandelt ſchwellen die dicken Zellenwände auf, und die Tüpfel verſchwimmen in einander. Sie werden nicht im Mindeſten gelb, und auch auf Zuſatz von Ammoniak kaum ſichtbar gelb. Sie enthalten daher nur Spuren von Protein. Durch Jod

und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) werden sie nicht blau, sondern hellgelb, Fig. 80. Nach einiger Zeit färben sich die an der Oberhaut liegenden blau, das Uebrige hell violet mit einem Stich in's Rothe; sie schwellen nicht an, lösen sich aber auf. Es muß also eine ganz eigenthümliche Substanz darin vorhanden sein. Concentrirte Schwefelsäure nach vorhergegangener Einwirkung von Jod macht sie ebenfalls nicht blau, diejenigen ausgenommen, welche an der Oberfläche liegen. Da nun letztere dieselbe Form besitzen, wie die andern, so ist es wahrscheinlich, daß sie mit der Zeit in jene Substanz umgewandelt werden. Die Zellen enthalten reine Oelkügelchen, ohne daß man eine andere Substanz zwischen beiden wahrnimmt.

Die verdickten Wände schwellen in Kali auf, aber nach einiger Zeit sieht man die Tüpfel noch deutlich.

Ganz junger Samen zeigte die Eigenthümlichkeit, durch Jod und Schwefelsäure ebenfalls nicht blau, aber schnell aufgelöst zu werden. Oeltropfen sind nicht darin vorhanden; und statt des fehlenden Amylums findet man eine körnige Substanz. Die Wände der jungen Zellen sind sehr dick und mit vielen Tüpfeln versehen. Je jünger die Zellenmembran ist, um so weniger wird sie durch Jod allein gefärbt, was um so merkwürdiger ist, als die junge Zellenwand sehr weich, die alte hingegen ganz hart ist.

Schichten lassen sich in der Zellenwand auf keine Weise entdecken.

Aehnliche verdickte Wände, wie in Alstroemeria findet man in der Frucht von Iris cruciata, Fig. 81, 82, 83. Die Dicke der Wände beträgt 0,0054 Mm. Sie unterscheiden sich aber von Alstroemeria durch die Reaktion mit Jod und Schwefelsäure. Jod allein färbt sie braun. Man findet keine Spur concentrischer Schichten. Durch Zusatz von concentrirter Schwefelsäure wird die verdickte Zellenwand augenblicklich blau und löst sich auf, Fig. 83; aber durch Jod und Schwefel-

ſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) wird ſie gebräunt, Fig. 82, und es erſcheinen heragonale Figuren, wovon vor der Anwendung von Schwefelſäure keine Spur vorhanden war. Die braune Färbung iſt nicht Folge einer durch die Schwefelſäure bewirkten Zerſetzung; denn nach 48 Stunden wird Alles durch Ammoniak ſo vollkommen in den urſprünglichen Zuſtand zurückgeführt, als ob kein Reagens eingewirkt hätte.

Die Frucht von Phytelephas macrocarpa, deren Durchſchnitt man Fig 84, 85 ſieht, erſcheint nach der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure hellblau, Fig. 85, mit weiß begrenzten Rändern; auch hier zeigen ſich ſehr ſchöne heragonale Figuren, während vorher keine Spur von Regelmäßigkeit zu bemerken war. Die blaue Farbe verſchwindet ſpäter und geht in weiß über.

Es war intereſſant, den Samen von Alstroemeria und Iris zu analyſiren und die Reſultate mit denen zu vergleichen, welche die ſchon früher unterſuchte Frucht von Phytelephas gegeben hatte, die die Zuſammenſetzung der Celluloſe beſitzt (S. 204.). Beide waren zuvor von der Epidermis, der Samen von Iris auch vom Embryo befreit, fein zertheilt und mit Aether, Waſſer und Alkohol ausgezogen. Sie enthielten keine wägbare Menge Aſche, aber die vollſtändige Verbrennung der Kohle geſchah in beiden Fällen erſt nach lange anhaltendem Glühen.

Samen von

	Iris	Alstroemeria			
	130°	130°	150°	At.	ber.
C	45,99	45,86	45,65	24	46,14
H	6,16	6,25	6,23	38	5,98
O	47,85	47,89	48,12	19	47,88 *).

Die Zuſammenſetzung jener Früchte iſt alſo ſehr einfach. Sie ſind mit Pflanzenſchleim iſomer (Scheikundige Onderzoe-

*) Scheik. Onderz. Deel. III.

kingen, Deel III.) und unterscheiden sich von der zum Theil aus Cellulose bestehenden Frucht von Phytelephas = C_{24} H_{42} O_{21} durch zwei Aeq. Wasser, welche die von Iris und Alstroemeria weniger enthält. Der Gehalt an Protein ist so gering, daß er auf das Resultat der Analyse keinen Einfluß haben kann. Die beigemengte Cellulose ist gleichfalls unbedeutend.

Jenes Gewebe ist also aus Cellulose entstanden, dadurch, daß diese die Elemente von Wasser verloren hat. In Iris ist auch noch eine Spur von Cellulose zurückgeblieben, Fig. 83.

Der Samen von Phytelephas, worin die blaue Färbung viel weniger intensiv war, als die der reinen Cellulose, enthält noch eine zweite Substanz, die sich von der Cellulose durch ihre Eigenschaften, aber nicht durch die Zusammensetzung unterscheidet (Vergl. von Baumhauer in Scheik. Onderz. Deel II. und III.).

Die Substanz, welche die Zellenwand in Hoya carnosa verdickt, scheint ein inniges Gemenge von Cellulose und derjenigen Verbindung zu sein, welche wir mittlere Holzsubstanz genannt haben. Letztere ist ein Umwandlungsprodukt des Zelleninhaltes, welcher in Hoya carnosa mit der Cellulose-Schicht innig verwebt ist und in den eigentlichen Holzzellen durch diese hindurchschwitzt. In beiden bildet sich indessen aus dem Zelleninhalte, in Folge der Durchdringung der Cellulose-Schicht, zuerst eine besondere Wand, welche von concentrirter Schwefelsäure nicht aufgelöst wird (Haut der Holzzellen). (Harting und M.) (S. ferner Holzzellen.)

Saftgefäße.

Es giebt in den Pflanzen eine besondere Reihe von Gefäßen, welche Flüssigkeit führen und die in den Gefäßpflanzen oft eine bedeutende Länge einnehmen. Man nennt sie

Milch- oder Saftgefäße. Es ist bekannt, daß sie sich durch ihre Struktur von allen anderen Gefäßen und Zellen der Pflanzen unterscheiden. Sie bestehen im jugendlichen Zustande aus dünnen Wänden, welche mit dem Alter dicker werden. Die Saftgefäße sind meistens kugelrund, communiciren unter einander durch seitliche Oeffnungen, laufen in den Stengeln parallel und bilden in den Blättern Verzweigungen, deren Theile in einander einmünden, obschon sie deshalb nicht mit den Blutgefäßen der Thiere zu vergleichen sind. Sie besitzen keine Contractilität; auch kennt man bis jetzt weder den Anfang noch das Ende derselben *).

Man glaubt bei jenen Saftgefäßen beobachtet zu haben, daß sie mit dem Alter auf kleine Entfernungen quer liegende Scheidewände bekommen und dadurch einerseits die Funktion, die Flüssigkeiten fortzuführen, verlieren, andrerseits das Ansehen verlängerter Zellen erhalten. Ich kann hierüber nicht entscheiden.

Wahrscheinlich werden sie aus Zellen gebildet, welche an einander liegen, und deren Zwischenwände resorbirt werden.

Die Funktion der Saftgefäße ist ohne Zweifel für das Leben der Pflanze von der größten Wichtigkeit, und ist deshalb gegenwärtig auch noch Gegenstand vieler Discussionen. Die Pflanzenzellen können bekanntlich in der Regel nur eine klare durchsichtige Flüssigkeit durch ihre Wände hindurchlassen; denn die Zellenwände sind die feinsten Filter, welche man kennt (S. 217). Die Flüssigkeit, welche von einer Zelle in eine andere übergeht, also zwei Filter durchdringt, kann daher keine suspendirten Theile enthalten; viel weniger noch diejenige, welche endosmotisch durch eine unzählige Menge Zellenwände aufgestiegen ist, wenn man diejenigen Zellen ausnimmt, worin wirklich Poren bestehen (S. 423) und die wahrscheinlich viel allgemeiner sind, als man bisher ange-

*) S. Meyen, Sekretionsorgane der Pflanzen. S. 66.

nommen hat, deren Poren aber sehr klein und nicht im Stande sind, gröbere Theile hindurchzulassen.

Daraus folgt also, daß ein fester Körper in keiner andern Form als im aufgelösten Zustande in eine Zelle gelangen und gleichfalls nur im aufgelösten Zustande dieselbe wieder verlassen kann, die Fälle ausgenommen, wo die Zellenwand wirklich Poren enthält (S. 423).

Ganz anders verhält sich dies bei den Saftgefäßen. Obgleich ihr Lumen viel kleiner ist, als das der Spiralgefäße, so findet sich ein fortlaufender Canal, durch welchen trübe Flüssigkeiten, d. h. solche, welche kleine suspendirte feste Theile enthalten, emporsteigen können. In der Regel ist der Inhalt der Saftgefäße nicht hell, weshalb sie auch Milchgefäße, und die kleineren in der Flüssigkeit schwimmenden Körperchen Milchsaftkügelchen genannt werden. Daß diese verschiedener Art sind, ergiebt sich von selbst (S. Pflanzensäfte).

Die vasa laticis, welche wir hier mit den milchführenden Baſtzellen zugleich abhandeln wollen, bestehen, ihrer Hauptmasse nach, aus reiner Cellulose.

Was letztere betrifft, so sahen wir sie in einem zweiten Internodium, von oben an, in Hoya carnosa durch Jod und Schwefelsäure schön blau gefärbt werden, Fig. 1 *B, d.*

In Asclepias syriaca, wo man milchführende Baſtfaserzellen antrifft, sieht man sie durch Jod und Schwefelsäure blau werden und concentrische Schichten zum Vorschein kommen, Fig. 15. Diejenigen, welche in dieser Pflanze in dem Mark vorkommen und viel Milchsaft enthalten, verhalten sich gegen die genannten Agentien auf dieselbe Weise.

Was die ersteren betrifft, so haben wir sie bei Euphorbia caput medusae, Fig. 66, genau untersuchen können, wo sie einen Ring um die Holzbündel bilden, aber auch durch das Rindenparenchym (schorsparenchym) vertheilt gefunden werden. Der Querdurchschnitt dieser vasa laticis zeigt sehr dicke Wände, die auch auf dem Längsdurchschnitt deutlich zu

sehen sind. Jod und Schwefelsäure färben die vasa laticis sehr schnell und sehr dunkel blau, viel früher als die benachbarten jungen Holzzellen, die indessen später ebenfalls eine rein blaue Farbe annehmen, Fig. 67. Man sieht auf dem Querschnitte der so gefärbten vasa laticis eine dunkelblaue nach außen zu strahlenförmig heller werdende Masse, umgeben von einem bläulich weißen Ringe einer dünnen braunen Schicht und zuletzt von einem weißen Ringe (leerer Raum), welcher an die umliegenden Parenchymzellen grenzt, Fig. 68. Diese Erscheinungen, welche nach der ersten Einwirkung eintreten, deuten an, daß zwei verschiedene Stoffe in dem vas laticis vorkommen, ein äußerer, welcher hellblau, und ein innerer, welcher dunkelblau gefärbt wird; welche beide strahlenförmig in einander überlaufen. Auch sieht man auf dem ungefärbten Querdurchschnitte deutlich strahlige Streifen, durch die jene beiden Stoffe verschmelzen. Der hellere das Ganze umschließende Rand ist leerer Raum.

Die Richtigkeit dieser Vorstellung ergiebt sich aus dem Verhalten gegen concentrirte Salpetersäure. Wenn man die vasa laticis damit befeuchtet, so schwellen sie, auf ihrem Querdurchschnitte gesehen, stark an, und die Oeffnung, so wie der eben betrachtete hellere Rand verschwinden vollständig. Auch hier wird die strahlige Vertheilung der Stoffe in der Wand deutlich sichtbar. Ammoniak, darauf im Uebermaaß hinzugefügt, färbt sie eben so wenig gelb, als Salpetersäure allein; sie bleiben farblos.

Sie verhalten sich gegen concentrirte Kalilauge gleich wie gegen Salpetersäure; sie schwellen stark auf, und das Lumen und der äußere helle Rand verschwinden; aber es zeigen sich concentrische Schichten.

Wir haben die Beschaffenheit der vasa laticis noch näher auf dem Längsdurchschnitte untersucht. Durch Jod allein wird der Inhalt dunkelbraun, körnig, die Wand hellgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) wer-

den die Gefäße sogleich sehr stark blau, und es zeigt sich auf der äußersten Oberfläche eine sehr dünne körnige dunkelbraune Membran, deren Dicke 0,0005—0,0007 Mm. beträgt, Fig. 68 (Harting und M.).

Es kommen also in den vasa laticis drei verschiedene Stoffe vor: Cellulose bildet die innere Schicht; darum liegt eine andere, welche durch Kali und Salpetersäure stark anschwillt (Pectose?); die äußere sehr dünne Schicht endlich besteht aus einer Substanz, welche, den wenigen beobachteten Eigenschaften nach zu urtheilen, mit der äußeren Schicht der Holzzellen übereinstimmt.

Chemische Natur der elementären Bestandtheile des Stammes der Dikotyledonen.

Da sich unsere Untersuchungen hauptsächlich auf die Elementargewebe der Dikotyledonen erstreckt haben, so wollen wir die Elementartheile in der Ordnung, wie sie in jenen Pflanzen vorkommen, näher betrachten, und die der Monokotyledonen, welche wir untersucht haben, bei den entsprechenden Geweben zugleich abhandeln. Ich erinnere hierbei an das, was in der Vorrede gesagt ist (S. 10).

Markzellen.

Die Markzellen sind sowohl von anderen Elementargeweben, als auch bei derselben Pflanze unter sich wesentlich verschieden. Ich will sie zugleich mit den Markstrahlenzellen abhandeln.

Sie werden in Mamillaria pusilla unter der Einwirkung von Salpetersäure und Ammoniak nicht im Mindesten gefärbt. Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) färben sie augenblicklich blau. Die Markstrahlenzellen werden durch concentrirte Kalilauge nicht verändert. Beim Flieder

nimmt man dagegen keine ſogenannte Färbung durch Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) wahr, ſelbſt nicht in dem jüngſten Internodium. Demnach ſcheint die Subſtanz, woraus dieſes Mark beſteht, eine eigenthümliche zu ſein. Die elementäre Zuſammenſetzung verdient deshalb näher unterſucht zu werden. Eine durch den Querſchnitt erhaltene Scheibe eines Blattſtiels von Hollunder zeigte ebenfalls keine Färbung des Marks durch Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer), ſondern erſt nach Zuſatz des erſten Hydrats der Schwefelſäure. Das Hollundermark ſcheint demnach in ſehr jungem Zuſtande Celluloſe zu enthalten, welche aber ſehr bald verändert wird und ſelbſt im jugendlichen Alter ſtarker Schwefelſäure bedarf, um die Reaktion zu geben, welche ſelbſt die Frucht von Phytelephas zeigt. Die Wände der Markzellen in dem Blattſtiel waren ſehr dünn, von 0,0003 bis 0,0010 Mm. Dicke und waren noch nicht inkruſtirt; die Dicke der oben genannten nicht blau werdenden Zellenwände des Internodiums betrug 0,0004 bis 0,0012 Mm., alſo faſt eben ſo viel; dadurch iſt wiederum die Metamorphoſe oder Subſtitution der Celluloſe in der Zellenwand ſelbſt außer Zweifel geſtellt.

Die Markzellen von Hoya carnosa, Fig. 1, bieten in verſchiedenen Internodien bemerkenswerthe Unterſchiede dar. Nur in der jüngſten ſieht man keine Verdickung der Wände; in No. 3 der Internodien, von oben an gerechnet, ſind ſchon einige mit verdickten Wänden verſehene Markzellen zwiſchen den anderen eingeſchoben; in No. 6 noch mehrere, und in dieſen ſind die Tüpfel ſehr deutlich zu ſehen. Die dünnſte Wand, welche in dem zweiten Internodium vorkommt, iſt 0,0009, die dickſte 0,0016 Mm. ſtark. Die unverdickten Markzellen werden in dem zweiten Internodium durch Salpeterſäure nicht gefärbt, ſondern zeigen utriculi interni. Durch Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) werden ſie augenblicklich ſchön blau. — Concentrirte Schwefelſäure, mit

einem getrockneten Querschnitt in Berührung gebracht, löst die Markzellen schnell auf.

Auf einem Durchschnitte aus dem vierten Internodium werden die unverdickten Markzellen durch Salpetersäure nicht verändert; die verdickten werden dagegen sehr gelb und zeigen concentrische Schichten. Sie gleichen in der Farbe den Holzzellen von Hoya, wenn diese auf dieselbe Weise behandelt werden. Nach Zusatz von Ammoniak werden beide dunkelgelb und scheinen also gleichviel Protein zu enthalten, Fig. 1 A i. Jod und Schwefelsäure färbten die unverdickten Markzellen in dem vierten Internodium sogleich blau, während die verdickten Wände keine Spur der blauen Färbung, sondern die gelbe Farbe des Jods zeigen, Fig. 1 B h, i. Diese Thatsache beweis't, daß die Cellulose hier ganz durch andere Stoffe vertreten, oder in andere umgewandelt ist. Sie verhalten sich in dem siebten Internodium ebenso. Bei 280maliger Vergrößerung sieht man an der braunen Wand der durch Jod und Schwefelsäure gefärbten verdickten Markzellen inwendig eine dünne grüne Membran, welche aus Cellulose besteht, mit Spuren derjenigen Substanz durchwebt, woraus die verdickte Wand besteht, welche braun gefärbt ist. Auch hier hat man also deutliche Beweise vom Hindurchschwitzen der die Wand verdickenden Substanz, und zwar von innen nach außen, insofern nämlich die Markzellen im unverdickten Zustande ohne Unterschied aus Cellulose bestehen und im verdickten Zustande die Cellulose inwendig gefunden wird.

Concentrirte Schwefelsäure, welche die dünnwandigen Markzellen sogleich auflöste, löst die verdickten nicht, macht sie aber wie die Holzzellen voluminös; beide zeigen auch hierin eine große Analogie; auch in den Markzellen kommen zahllose concentrische Schichten zum Vorschein.

Die Luftbehälter von Phytolacca decandra aus einem Internodium mittleren Alters scheinen aus sehr dünnwandigen

Zellen zu beſtehen und ſich demnach im allerjüngſten Stadium zu befinden. Sie werden durch Jod und Schwefelſäure ſogleich blau, bedürfen aber doch concentrirterer Schwefelſäure, um eine dunklere blaue Farbe zu erhalten. In andern Internodien von Phytolacca decandra, wo man getüpfelte und ungetüpfelte Markzellen findet, herrſcht unter dem Einfluſſe derſelben Agentien eine bedeutende Verſchiedenheit. Die getüpfelten bleiben citronengelb, die anderen werden ſchön blau.

Die Markzellen von Asclepias syriaca färben ſich ſämmtlich durch Jod und Schwefelſäure rein blau, Fig. 2 e, Fig. 3.

Die Markzellen von Clematis vitalba laſſen unter der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure zwei Schichten erkennen, eine innere, welche blau, und eine äußere, welche gelb wird.

Die Markzellen eines zweijährigen Zweiges von Tilia parvifolia zeigen nach der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure einen äußeren gelben und einen innern blauen Rand. Es giebt hier alſo zwei Schichten. Tüpfel ſind nicht darin enthalten. Die von Taxus baccata werden ſelbſt in älteren Theilen der Zweige durch Jod und Schwefelſäure augenblicklich blau.

Nach zweitägiger Behandlung mit concentrirter Salzſäure werden die Markzellen von Pinus sylvestris braun, hie und da violett. Daraus läßt ſich mit Sicherheit auf die Gegenwart von Protein ſchließen. Auf dieſelbe Weiſe behandelt, bleiben die dünnwandigen Markzellen von Hoya cornosa ungefärbt, die dickwandigen werden dagegen violett. In einer jeden der dickwandigen ſieht man einen utriculus internus. Endlich zeigen die Markzellen von Tilia parvifolia, aus einem jungen Zweige genommen, einen violetten Inhalt, aber die Wand ſelbſt bleibt ungefärbt, während die eines einjährigen Zweigs von Clematis vitalba vollkommen farblos ſind (Harting und M.).

Aus obigen Beobachtungen folgt, daß die Markzellen sehr verschiedene Stoffe enthalten; im jugendlichen Zustande reine Cellulose; die sich verdickenden Zellen — was nach außen zu geschieht — enthalten eine äußere Schicht von mittlerer Holzsubstanz (mit Protein durchwebt), ohne die bei den Holzzellen darüber liegende Schicht. Dadurch unterscheiden sie sich also von den Holzzellen. Die von Hollunder sind besonderer Art; in Phytolacca fanden wir mit der Cellulose noch eine andere Substanz gemengt.

Es läßt sich daher für die chemische Zusammensetzung des Markes keine allgemeine Formel aufstellen. Nichts desto weniger ist dies geschehen.

Schaffner hat nämlich das Mark der Pflanzen analysirt (Ann. der Ch. und Pharm., April 1844, S. 148). Er hat dasselbe im Anfange des August aus verschiedenen Pflanzen genommen und mit Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen. Stickstoff ist nach ihm nicht darin enthalten.

Er erhielt folgende Zahlen für ein bei 100° im Wasserbade getrocknetes Mark von

	Hollunder.	Lappa major (Bardana.)	Sonnenblumen.
C	43,85	45,45	44,90
H	6,40	6,13	6,60
O	49,75	48,42	48,50

bei 150° getrocknet:

	Hollunder	Bardana
C	47,80	48,10
H	6,00	5,95
O	46,20	45,95

Er zieht daraus den Schluß, daß das Mark wie das Amylum und die Holzfasern aus Kohlenstoff und Wasser bestehen; aber Holzfasern sind zusammengesetzte Organe der Pflanzen. —

Obige Analysen können außerdem unmöglich richtig sein.

Denn leitet man die Zuſammenſetzung des bei 100° getrockneten Hollunder- und Bardanamarks aus denjenigen Zahlen ab, welche die bei 150° getrockneten Subſtanzen gegeben haben, ſo correſpondiren die Reſultate nicht.

Wir haben für das Hollundermark ganz andere Zahlen erhalten. Aus dem zweiten und vierten Internodium, von der Spitze an gerechnet, gab das im Monat Auguſt genommene Mark, nachdem es mit Waſſer, Alkohol und Aether ausgezogen und bei 150° getrocknet war, folgende Zahlen;

	zweites Internodium.	viertes Internodium.
C	49,40	49,17
H	6,05	5,97
O	44,55	44,86 *)

Wir erhielten außerdem ohngefähr 2% Aſche. Jene Reſultate zeigen, daß Hollundermark in nicht ganz jugendlichem Alter (S. 470) nicht zu denjenigen Verbindungen gehört, welche aus Kohle und den Elementen von Waſſer beſtehen. Es verdient weiter unterſucht zu werden, um ſo mehr, weil man darin ein reines Gewebe hat.

Die Luftbehälter (junges Gewebe von Phytolacca decandra, deſſen Verhalten oben angegeben iſt) haben Zahlen gegeben, denen die Formel $C_{24} H_{38} O_{19}$ entſpricht. Sie waren mit Waſſer, Alkohol und Aether ausgezogen und bei 140° getrocknet;

			At.	ber.
C	46,19	46,57	24	46,14
H	6,04	5,98	38	5,98
O	47,77	47,45	19	47,88 **)

Sie enthielten 2% Aſche. Jene Analyſen zeigen, daß, obgleich ſie noch zu denjenigen Geweben gehören, welche durch Jod und Schwefelſäure blau gefärbt werden, die Stärke

*) Scheik. Onderz. Deel. III.

**) Scheik. Onderz. Deel. III.

der Schwefelsäure, welche nöthig ist, um die Färbung hervorzubringen, zu einer bereits erlittenen Veränderung im Verhältniß steht. Sie bestehen nicht mehr aus Cellulose allein, sondern nähern sich dem Gewebe des Irissamens (S. 464).

Wir sind demnach weit entfernt, das Mark für ein Gewebe zu halten, wie es Schaffner zu thun scheint, eine Annahme, die offenbar für das Hollundermark, wenn man es unter dem Mikroskop gesehen hat, ungereimt ist.

Holzzellen.

Die Holzzellen verdienen etwas näher ins Auge gefaßt zu werden. Wir haben sie der Einwirkung verschiedener Agentien ausgesetzt und glauben auf diese Weise zur Erkenntniß von Thatsachen gelangt zu sein, welche sich auf anderem Wege nicht leicht würden haben auffinden lassen. Ich werde mit der Beschreibung jener Versuche beginnen.

Die Holzzellen von Pinus larix aus einem Zweige mit vier Jahrringen erleiden auf dem Querdurchschnitte durch Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) verschieschiedene Veränderungen, die mit dem Alter eines jeden Jahrringes variiren. Die Zellen der innersten Jahrringe zeigen auf dem Querdurchschnitte eine dicke aufgeschwollene Schicht von grüngelber Farbe, und um dieselbe einen braunen Rand. Diejenigen Holzzellen, welche dem jüngsten oder äußersten Jahrringe angehören, zeigen im Innern ein blaues Häutchen, um dasselbe einen breiten (aufgeschwollenen) Rand mit grünlichblauer Farbe, und endlich außen einen braunen Rand. Auf dem Längsdurchschnitte beobachtet, erscheinen sie in der Mitte grün, an den Kanten braungelb (Fig. 20 und 21). Bei Tilia parvifolia, Fig. 22, 23, 25, sieht man in der Mitte eine dünne braune Schicht (utriculus?), darum eine blaßblaue Wand und eine äußere braune, also außer dem utriculus nur zwei Schichten. Nach einer halben Stunde ist das Blau

verſchwunden und in Braun übergegangen. Bei dieſer von außen beginnenden Farbenveränderung bleibt in der Mitte ein blaues mit einem kleinen braunen Kerne verſehenes Kreuz übrig. In den Holzzellen der ausgebildeten Internodien eines einjährigen Lindenzweiges findet man beinahe ganz daſſelbe. In den Spiralzellen des Holzes wird ſowohl die innere Wand als die Spirale blau. Sie ſind unregelmäßig zwiſchen den Holzzellen vertheilt. In älterem Holze werden jene Wände durch Jod und Schwefelſäure braun, gleichwie die äußerſte Schicht der Holzzellen, Fig. 23.

Die Holzzellen von Sambucus nigra in einem diesjährigen Zweige werden von Salpeterſäure dunkelgelb gefärbt, durch Zuſatz von Ammoniak noch dunkler. Bei Asclepias syriaca, Fig. 2, ſieht man nach der Einwirkung von Jod und Schwefelſäure um die Holzzellen eine braune Schicht; darauf folgt eine grüne und inwendig eine blaue Schicht. Die Markſtrahlenzellen erſcheinen grün, a, wo ſie durchſchnitten ſind; wo ſie offen ſind, blau. Es findet ſich alſo auch hier eine doppelte Schicht, wovon die innere Celluloſe, die äußere eine eigenthümliche Subſtanz iſt, welche dieſelben Reaktionen giebt, die wir S. 456 in der äußerſten Schicht der vasa scalaria gefunden haben. In einem ſehr jungen Internodium werden die Holzzellen unter dem Einfluß derſelben Reagentien durch und durch blau, ohne andere Stoffe zu zeigen, außer einem utriculus internus. Eine braune Hülle der Zellenwand iſt nicht zu entdecken; welche alſo ſicher erſt dann entſteht, nachdem das erſte Zellenhäutchen aus Celluloſe gebildet iſt, Fig. 6. Die blaue Färbung, welche man in älteren Holzzellen bei den inwendig liegenden Stoffen wahrnimmt, beweiſt, daß andere Subſtanzen durch die Zellenwand hindurchſchwitzen, welche letztere daher urſprünglich vorhanden ſein muß und aus Celluloſe beſteht.

In einem jungen Internodium von Phytolacca decandra ſieht man ebenfalls den ganzen Querdurchſchnitt der

Holzzelle von Jod und Schwefelsäure blau gefärbt und leicht aufgelöst werden. In einem älteren Internodium verhält sich die Sache anders; man unterscheidet hier auf dem Querdurchschnitt vier Schichten: auswendig eine dünne braune scharf begrenzte Hülle; darauf folgt ein angeschwollener grüner, weiterhin ein blauer Saum, der mit dem grünen verschmilzt; und endlich unterscheidet man inwendig noch einen sehr dünnen braunen Rand. Nimmt man letzteren für den utriculus internus, so haben wir wieder dieselben drei Stoffe, also einen mehr, als wir bei den vasa punctata gefunden haben, nämlich denjenigen, welcher hier grün erscheint. Dieser und die braune Schicht scheinen also wieder außerhalb der Cellulosewand gebildet und wirklich Inkrustirungen zu sein; denn die jungen Holzzellen enthalten außer dem utriculus internus Nichts als eine Celluloseschicht.

In allen Holzzellen bringt concentrirte Salzsäure, womit dünne Stückchen achtundvierzig Stunden lang in einem bedeckten Gefäße der Luft ausgesetzt werden, die violette Färbung hervor, wodurch sich die Gegenwart von Protein zu erkennen giebt; z. B. in einem zweijährigen Zweige von Clematis vitalba, Tilia parvifolia, Fig. 24. In Hoya carnosa war die Färbung noch weiter fortgeschritten, die violette Substanz von Bourdois und Caventou hatte sich in Humussäure verwandelt. Die jüngsten Holzzellen waren ungefärbt geblieben, woraus hervorgeht, daß die eiweißartige Substanz erst später darin abgesondert wird. Die Holzzellen von Pinus sylvestris werden stark violett, Fig. 17.

Wenn man Holzzellen vierundzwanzig Stunden lang bei 60° mit concentrirter Kalilauge digerirt, so schwellen sie stark an und werden mehr oder weniger gelb oder braun, z. B. in Pinus sylvestris, Hoya carnosa.

In einem jungen Internodium von Clematis vitalba sieht man bei den jungen Holzzellen, wo noch keine Verdickung Statt gefunden hat, die ganze Zelle unter der

der Einwirkung von Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) sich blau färben, ohne daß die geringste Menge einer äußeren sich bräunenden Schicht zum Vorschein kommt, Fig. 30. Dagegen ist in einem älteren Internodium jene braune Schicht vorhanden, und zwar ist sie auf der inneren Seite unmittelbar mit einer Celluloseschicht bekleidet, ohne dazwischenliegende mittlere Holzsubstanz. Letztere scheidet sich also erst später in einer dritten Entwickelungsperiode zwischen jenen beiden ab, sowie sich in der zweiten Periode die Haut der Holzzellen um die Celluloseschicht ablagert. Beide sind natürlich aus Bestandtheilen des Zelleninhaltes gebildet, welche die Wände der Celluloseschicht durchdrungen haben. Bei dieser Art der Holzzellen ist demnach die Inkrustation von Außen außer Zweifel gestellt.

Die kurzen Holzzellen von Clematis vitalba wurden in einem zweijährigen Zweige beobachtet; sie waren vollkommen entwickelt, Fig. 31 — 37. Durch die Reaktion mit Jod und Schwefelsäure lassen sich drei Wände unterscheiden: eine innere, welche blau, eine äußere, welche braungelb, und eine dazwischenliegende, welche gelblich weiß wird. Sie sind sowohl auf dem Längs- wie auf dem Querdurchschnitt deutlich sichtbar. Auf dem Querdurchschnitt sieht man die innere schwach grüne Celluloseschicht und um dieselbe, besonders unter der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure, eine angeschwollene Wand, welche aus fünf oder mehr concentrischen Schichten besteht, wovon die äußersten bräunlich sind; die Farbe der innern Schichten verschmilzt mit der umschlossenen blauen Mambran. Sie sind auswendig von einem dünnen braunen Saum umgeben, Fig. 36. — In einem ausgewachsenen Internodium eines einjährigen Zweiges sieht man auf dem Querdurchschnitt nur die sich bräunende Schicht der Zellen und unmittelbar daran die Celluloseschicht grenzen, welche hellblau ist, Fig. 31, 32, 33, 34. Da nun in einem älteren Zweige, zwischen jenen beiden, fünf verschiedene Lagen

einer von beiden verſchiedenen Subſtanz ſich finden, ſo kann die Abſonderung derſelben erſt ſpäter Statt gefunden haben.

Die Tüpfel, welche in jenen Holzzellen von Clematis vorkommen, gehören den entwickelten Holzzellen an, gleich wie diejenigen, welche hier in den Markzellen gefunden werden, zu den beiden innerſten Reihen, der Celluloſeſchicht und der der mittleren Holzſubſtanz gehören, während die dritte oder äußere Schicht der Holzzellen nicht durchbohrt iſt; bei den vasa porosa findet man gerade die äußerſte Schicht durchbohrt.

Die Markſtrahlenzellen eines zweijährigen Zweiges werden durch Jod und Schwefelſäure augenblicklich blau.

In Taxus baccata iſt die Färbung der Holzzellen unter dem Einfluſſe von Jod und Schwefelſäure der Art, daß man auswendig auf dem Querdurchſchnitt einen gelben Rand ſieht, darunter einen ſehr ſchönen blauen, worauf Spiralwindungen folgen, Fig. 19. Die mittlere Wand ſchwillt in concentrirter Salpeterſäure ſtark an und färbt ſich auf Zuſatz von überſchüſſigem Ammoniak ſo dunkelgelb, daß der terſchied zwiſchen den drei Schichten ganz verſchwindet. In concentrirter Schwefelſäure ſchwellen alle drei an, die mittelſte aber am ſtärkſten, ſo daß dadurch die äußere zerreißt. Jene wird darauf mit Hinterlaſſung der äußern und innern Schicht aufgelöſt (Harting und M.).

Aus allen jenen Thatſachen geht hervor, daß die innere Schicht der entwickelten Holzzellen Celluloſe iſt, daß eine eigenthümliche mit Protein durchwebte Subſtanz ſie umgiebt und daß endlich dieſe von einer dritten, der äußerſten Schicht umſchloſſen iſt, welche ſich hinſichtlich ihrer chemiſchen Natur wieder von den beiden andern unterſcheidet.

Die Cambiumzellen, deren Wände nach Mohl eine Fortſetzung der äußern Schicht der Holzzellen ſind und welche für junge Holzzellen gehalten werden müſſen, verhalten ſich Jod und Schwefelſäure gegenüber ganz anders als jene

Schicht. In Pinus sylvestris, Fig. 16 a, werden ſie ſchön blau, während die äußere Schicht der entwickelten Holzzellen, wie immer, braun gefärbt iſt. Die Cambiumzellen ſcheinen alſo aus reiner Celluloſe zu beſtehen, und haben deshalb mit der äußern Schicht der Holzzellen nicht nur Nichts gemein, ſondern das Cambium verdient wirklich einen beſondern Namen, ſo lange es Cambium iſt. Von verſchiedenen Schichten iſt hier Nichts zu entdecken. Um ſo mehr glauben wir ſie von den eigentlichen Holzzellen unterſcheiden zu müſſen, weil in Pinus letztere unter dem Einfluß der genannten Reagentien anſchwollen, ſo daß die äußere Schicht barſt, und weil die inneren Schichten, wie es ſchien, nur ſehr wenig Celluloſe enthielten. Außer einem kreuzförmigen Inhalte (Ueberbleibſel des utriculus internus?), Fig. 16 b, zeigt ſich im Innern nur eine aufgeſchwollene bleifarbige Schicht. Wenn alſo in Pinus das Cambium in Holzzellen verwandelt wird, ſo muß das Celluloſehäutchen größtentheils durch eine andere Subſtanz angefüllt und außerdem noch durch andere Stoffe umgeben werden. Entwickelte Holzzellen und Cambiumzellen ſind alſo hinſichtlich ihrer Struktur durchaus verſchieden. Da ſie indeſſen ſpäter in Holzzellen übergehen, ſo kann man ſie in dieſem Sinne auch junge Holzzellen nennen.

Aus dem früher (S. 209) Mitgetheilten ergab ſich, daß in den harten Steinfrüchten die Holzſubſtanz im Allgemeinen — d. h. Alles zuſammengenommen, was zu den Holzzellen gehört und von der geringen Menge Stickſtoff, welche darin vorkommt, abgeſehen — aus C_{64} H_{88} O_{39} zuſammengeſetzt iſt, und daß, wenn man davon C_{24} H_{42} O_{21}, oder Celluloſe, abzieht, für die inkruſtirende Subſtanz die Formel C_{40} H_{46} O_{18} übrig bleibt; eine Formel, welche den ſo eben mitgetheilten Beobachtungen zufolge die Zuſammenſetzung zweier Stoffe ausdrückt, nämlich der äußeren Schicht der Holzzellen und der mittleren oder eigentlich verdickenden Wand, die inwendig mit der dritten oder Celluloſe-

ſchicht verſchmilzt. Der utriculus internus iſt zu dünn, um auf das Reſultat der Analyſe einen Einfluß zu haben.

Diejenigen Stoffe, welche aus $C_{40} H_{46} O_{18}$ beſtehen, müſſen an dieſer Stelle in Erwägung des wichtigen Einfluſſes der Holzbildung auf die Funktionen der Pflanzen ein wenig näher in's Auge gefaßt werden, um ſo mehr, da Payen in ſeinen Mémoires sur les développements des Végétaux p. 253 hierauf bezügliche Beobachtungen mitgetheilt hat, welche mit den Verſuchen von Fromberg *) im Widerſpruch ſtehen.

Mit Grund glaubte ich bei der Frage über die Zuſammenſetzung des Holzes von den harten Steinfrüchten ausgehen zu müſſen, worin die am meiſten condenſirte Holzſubſtanz vorkommt. Die Analyſen von C. H. von Baumhauer, welche die untenſtehenden Reſultate gegeben haben, wurden mit den Fruchthüllen von Cocos nucifera, Cocos lapidea, Amygdalus persica und Juglans regia angeſtellt **).

Payen iſt bei Unterſuchung der harten Holzarten und den verhärteten Maſſen in den Birnen zu denſelben Reſultaten gelangt ***).

---

*) Scheik. Onderz. Deel II. p. 222.

**) Scheik. Onderz. Deel II. p. 208.

Cocos nucifera.	Cocos lapidea	
	I	II
C 52,99	52,27	52,15
H 5,88	5,87	5,73
O 41,13	41,86	41,12

Amygdalus persica, mit concentrirter Kalilauge ausgezogen.

	I	II	III
C	52,29	52,05	52,21
H	5,83	5,92	6,10
O	41,97	42,03	41,69

Juglans regia

	I	II	III
C	52,17	52,13	52,36
H	5,97	5,99	5,76
O	41,86	41,88	41,88

	At.	ber.
C	64	52,38
H	88	5,88
O	39	41,74.

***) Mém. sur les développements des Végétaux, p. 260 und 267.

Da nun feststeht, daß die innere Zellenwand der verdickten Holzzellen permanent ist, und da sie ursprünglich aus Cellulose besteht, welche nach der Einwirkung von Kali zurückbleibt *), so ist bei der constanten Zusammensetzung der harten Holzarten und Steinfrüchte einigermaßen Grund vorhanden, die oben (S. 209) angegebene empirische Formel für hartes Holz:

$$C_{64}\ H_{88}\ O_{39}$$

für die richtige zu halten, und die Zusammensetzung der mittleren und äußeren Schicht zusammengenommen durch die Formel $C_{40}\ H_{46}\ O_{18}$ auszudrücken.

Die anderen weniger festen Holzarten verdienen übrigens gleichfalls berücksichtigt zu werden. Es kann darin eine andere inkrustirende Substanz, oder die inkrustirende Substanz und Cellulose in einem andern Verhältniß vorhanden sein. Daß sie Cellulose enthalten, haben Payen und von Baumhauer bewiesen. Letzterer fand, als er Holz vom Goldregenbaum, der Ulme und dem Tulpenbaum (Cytisus laburnum, Ulmus campestris, Liriodendron tulipifera) mit Chlor und darauf mit Kali behandelte, daß Cellulose zurückblieb **).

	St. Luciusholz.	Ebenholz von Madagascar.
C	52,90	52,85
H	6,07	6,00
O	41,03	41,15.

	Verhärtete Massen in den Binnen		
	I	II	III
C	52,04	52,97	52,61
H	6,21	6,22	5,67 (?)
O	41,75	40,81	41,72.

*) Von Baumhauer fand (Scheik. Onderz. Deel II. p. 198) für Cocos nucifera nach vorhergegangener Behandlung mit Kali und Chlor:

			At.	ber.
C	43,72	43,73	24	43,70
H	6,14	6,08	42	6,25
O	50,14	50,19	21	50,05

**) Scheik. Onderz. Deel II, p. 205.

	Goldregenb.	Ulmen.	Tulpenb.
C	44,65	43,81	44,12
H	6,09	6,03	6,11
O	49,26	50,16	49,77

Aber die Zuſammenſetzung des Holzes ſelbſt weicht von der der harten Holzarten *) bedeutend ab, und iſt ſo beſchaffen, daß man darin eine andere inkruſtirende Subſtanz vermuthen muß. Auch iſt ſie wenig conſtant; vielmehr nimmt der Kohlenſtoffgehalt bald mehr, bald weniger ab. So iſt die Formel für das Holz von Cytisus laburnum und Ulmus campestris:

$$C_{64} H_{94} O_{45}$$ **)

deſſen Zuſammenſetzung ſich alſo von dem Holze der härteren Holzarten durch $H_6 O_6$ unterſcheidet; das Holz von Liriodendron hat die Formel $C_{64} H_{96} O_{47}$ ***), oder eine Zuſammenſetzung, welche durch $H_8 O_8$ von der der harten Holzarten abweicht.

Dabei iſt übrigens nicht zu vergeſſen, daß jene Analyſen uns den Ausdruck für vier verſchiedene Stoffe geben, wovon der eine, nämlich das Eiweiß, im Allgemeinen nicht für unweſentlich zu halten iſt. Man braucht nur Holzſägeſpäne mit Salpeterſäure und darauf mit Ammoniak zu übergießen, um, welches Holz man dazu auch angewandt haben mag, doch immer eine durch xanthoproteinſaures Ammoniak ſtark gelb gefärbte Gallerte zu bekommen (ſiehe Scheik. Onderz. Deel III.).

Die obigen Formeln drücken alſo die Zuſammenſetzung von vier verſchiedenen in abweichenden Verhältniſſen gemengten Stoffen aus, die, ſo weit unſere Erfahrung reicht, in

---

*) Von Baumhauer fand für jene drei Holzarten, nachdem ſie mit Alkohol, Aether, Salzſäure und Waſſer ausgezogen waren:

	Goldregenb.	Ulmen.	Tulpenb.
C	49,11	49,52	47,76
H	5,97	5,98	5,89
O	44,92	44,50	46,33

**)

	At.	ber.
C	64	49,02
H	94	5,70
O	45	45,28

***)

	At.	ber.
C	64	47,81
H	96	5,87
O	47	46,32

allen Holzarten, wenigſtens in den weichen, die nämlichen ſind. Die äußerſte Schicht nimmt bei den entwickelten Holzzellen, nachdem ſie eine gewiſſe Dicke erlangt haben, nicht merkbar zu; die innere oder Celluloſeſchicht ſcheint faſt ganz ſo zu bleiben, wie ſie urſprünglich war; aber die mittelſte Schicht wächſt und dringt in die innere ein, ſo daß dadurch das Lumen der Zelle abnimmt; damit vermehrt ſich zugleich der Gehalt des Holzes an Protein, welches ſich vorzugsweiſe in der mittleren Schicht abſetzt.

Daß übrigens die anſehnliche Menge Protein und mittlerer Holzſubſtanz bei verſchiedenen Holzarten nicht gleich iſt, läßt ſich ſehr einfach aus der Stärke der Färbung entnehmen, welche Holzſägeſpäne durch Salpeterſäure und Ammoniak erleiden; denn Fuhren- und Tannenholz wird durch Einwirkung jener Agentien ſtärker gelb gefärbt, als Eichenholz, obgleich letzteres weit mehr von der mittleren Holzſubſtanz enthält, als jene.

So werthvoll daher auch die Analyſen des Holzes ſind, ſo fehlt doch bei den meiſten die Beſtimmung des Stickſtoffgehaltes, woraus ſich die Menge des beigemengten und in der mittleren Schicht wenn nicht ausſchließlich, doch vorzugsweiſe enthaltenen Proteins berechnen läßt. Die einzigen brauchbaren Beſtimmungen der Zuſammenſetzung des Holzes ſind die von Chevandier (Annales de Chim. et de Phys. Fevr. 1844, p. 129). Er fand bei einer mit den ſchon angeführten Zahlen übereinſtimmenden Kohlenſtoff- und Waſſerſtoffmenge einen Gehalt an Stickſtoff, welcher bei den verſchiedenen Holzarten zwiſchen 0,67 und 1,52% variirte, und der einer Menge Protein entſpricht, welche $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{11}$ vom Gewicht des Holzes ausmacht.

Ich theile hier eine von Chevandier's Analyſen mit, um daraus das Verhältniß der Kohlenſtoff-, Waſſerſtoff- und Sauerſtoffatome für ein Gemenge der die äußere Schicht und die mittlere Holzſubſtanz zuſammenſetzenden Stoffe abzuleiten.

Ich wähle dazu seine erste Analyse p. 143 von Buchenholz (C=75, H=6,25):

	gefunden.	relative Anzahl der Atome.
C	49,71	663
H	5,98	957
N	0,88	10
O	43,43	434

Wenn wir erwägen, daß hier ein Gemenge von vier Verbindungen, nämlich von Protein, Cellulose, äußerer und mittlerer Holzsubstanz analysirt ist, so stellen sich folgende Verhältnisse heraus:

	C	H	N	O
	663	957	10	434
Protein	40	62	10	12
	623	895	O	422
Cellulose	24	42		21
	599	853		401

Das Verhältniß der letzten Atomzahlen, welche die Zusammensetzung der äußeren und mittleren Holzsubstanz ausdrücken, ist ein solches, daß es den nachstehenden Zahlen sehr nahe entspricht:

C 40
H 57
O 27

Davon macht die Substanz der äußeren Schicht vielleicht $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{10}$ aus; das Uebrige ist die die Zellenwand verdickende Holzsubstanz.

Ich führe diese Thatsachen weniger an, um etwas rein Wissenschaftliches zu liefern, als um darauf aufmerksam zu machen, wie verkehrt es ist, das Ganze Holzsubstanz zu nennen und die Holzfaser (?) für eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser zu halten.

Ich kann diese Betrachtungen nicht schließen, ohne noch einmal darauf zurückzukommen, daß, wie wir S. 447 gesehen

haben, die Zuſammenſetzung der Holzſubſtanz und der Spiralfaſern, welche frei von Protein, von Celluloſe und von der äußerſten Schicht der Holzzellen ſind, der Formel: $C_{40} H_{56} O_{26}$ entſpricht, während die Analyſen von Chevandier, welche mit der, die äußere Schicht noch enthaltenden, aber ebenfalls Protein- und Celluloſe-freien Holzſubſtanz angeſtellt ſind, zu der Formel $C_{40} H_{57} O_{27}$ geführt haben. Es iſt beachtenswerth, daß man auf zwei verſchiedenen Wegen zu dem nämlichen Reſultate gelangt iſt, und es wird dadurch die Anſicht einigermaßen wahrſcheinlich, daß die mittlere Holzſubſtanz mit der äußeren Schicht der Holzzellen gleiche procentiſche Zuſammenſetzung hat, wobei ſie natürlicher Weiſe immer ein zuſammengeſetzter Körper ſein kann.

Obige Zuſammenſetzung iſt übrigens nur für die Holzſubſtanz der Spiralfaſern von Agave und der Buche gefunden. Die harten Steinfrüchte haben für die äußere und mittlere Schicht zuſammengenommen ein anderes Reſultat gegeben, nämlich die Formel $C_{40} H_{64} O_{18}$; ſie enthalten indeſſen alle Ulmin und ſind davon mehr oder weniger braun gefärbt. Ich glaube daher für jetzt der Anſicht huldigen zu müſſen, daß die mittlere Holzſubſtanz eine einfache Verbindung, und daß die äußere Schicht der Holzzellen mit jener iſomeriſch iſt; ferner, daß jene in weichem oder jungem Holze überwiegt, und daß endlich in harten Steinfrüchten die nämliche Subſtanz enthalten iſt, welche in den harten Holzarten angetroffen wird, aber daß die beiden letzteren durch den Ulmingehalt in ihrer Zuſammenſetzung von dem weichen Holze abweichen.

So weit erſtreckt ſich gegenwärtig unſere Kenntniß der Holzſubſtanz; der Gegenſtand iſt, wie man ſieht, noch lange nicht erſchöpft, und wird nur mit großer Mühe in's Reine zu bringen ſein. Die Verſuche von Payen haben uns um nichts weiter gebracht, ſondern nur noch mehr verwirrt. Zerſetzungsprodukte können uns hier nicht helfen.

Dies möge zur Vervollständigung deſſen dienen, was oben S. 209 hierüber angeführt iſt zu einer Zeit, wo die ſo eben mitgetheilten mikroſkopiſchen Unterſuchungen der Holzzellen noch nicht angeſtellt waren. Ich muß hier noch bemerken, daß die Holzbildung aus Dextrin eine reiche Quelle der Sauerſtoffentwickelung der Pflanzen iſt. Wenn wir von der Zuſammenſetzung der Holzſubſtanz der Spiralfaſern von Agave, oder von der der äußeren und mittleren Schicht der Holzzellen nach der Unterſuchung von Chevandier ausgehen, ſo müſſen zwei Atome Sauerſtoff frei werden, wenn vier Aeq. Dextrin in jene Subſtanz übergehen:

Dextrin	$C^{40}\ H^{80}\ O^{40}$
Holzſubſtanz	$C^{40}\ H^{56}\ O^{26}$
	$H^{24}\ O^{14}$
	$H^{24}\ O^{12}$
	O^{2}

Bei der Bildung des Gemenges, deſſen Brutto-Formel aus den harten Holzarten abgeleitet iſt — und wovon ohne Zweifel in verſchiedenen Holzarten eine größere oder geringere Menge angetroffen wird, da bei dem ſehr conſtanten Waſſerſtoffgehalte in allen Holzarten (5,8 — 5,9 — 6,0) der Kohlenſtoff, obſchon in Sprüngen, von 48 auf 52,5 % ſteigt — iſt die Sauerſtoffmenge, welche frei wird, größer.

Dextrin	$C^{40}\ H^{80}\ O^{40}$
Holzſubſtanz	$C^{40}\ H^{46}\ O^{18}$
	$H^{34}\ O^{22}$
	$H^{34}\ O^{17}$
	O^{5}

Ich will noch die Verſuche von Payen mittheilen. Er hat (Mémoires sur les développements des Végétaux p. 271) Holz mit Waſſer, Alkohol, Säure und verdünnter Kalilauge ausgezogen, und meinte, die inkruſtirende Subſtanz durch concentrirte Natron- oder Kalilauge unverändert

auflösen und durch Salzsäure wieder fällen zu können. Der mit Wasser ausgewaschene Niederschlag wurde getrocknet und mit Alkohol ausgezogen. Aus der weingeistigen Lösung schied sich ein pulverförmiger Niederschlag ab, und beim Abdampfen der Mutterlauge blieb eine ähnliche Substanz zurück. Diese feste Masse wurde darauf mit Aether extrahirt, worin ein Theil sich auflöste, ein anderer Theil ungelöst blieb. Ammoniak zieht daraus ebenfalls eine lösliche Verbindung mit Zurücklassung einer unlöslichen Substanz aus. Er hat allen jenen Stoffen besondere Namen gegeben, wie folgt: Lignose ist die in Wasser, Alkohol, Aether und Ammoniak unlösliche, in Kali und Natron lösliche Substanz*); Lignon, der in Wasser, Alkohol und Aether unlösliche, in Ammoniak, Kali und Natron lösliche Theil**); Lignin, was sich in Wasser und Aether nicht löst, aber in Alkohol, Ammoniak, Kali und Natron löslich ist***); und endlich Lignireose, der in Wasser wenig, aber in Alkohol, Aether, Ammoniak, Kali und Natron leicht lösliche Theil.

So schön dies Alles scheint, so ist es leider ganz werthlos. Denn erstlich wird durch concentrirte Kalilauge, womit das Holz behandelt wurde, ein Theil der Cellulose aufgelöst und diese durch Salzsäure wieder gefällt; und zweitens hat man es mit einer Reihe von Produkten zu thun, welche aus der Einwirkung des Alkalis auf die inkrustirende Substanz, die wir oben mittlere Holzsubstanz genannt haben, hervorgegangen sind, von denen vielleicht kein einziges als sol-

---

*) C 46,10
H 6,09
O 47,81

**) C 50,10
H 5,82
O 44,08

***) C 62,23
H 5,93
O 31,82

ches in dem Holze vorkommt, und unter denen humusartige Körper sind, welche so leicht aus der mittleren Holzsubstanz entstehen.

Die Unrichtigkeit der Resultate, wenigstens der Schlüsse, welche Payen daraus zieht, geht aus einer ausführlichen Untersuchung von Fromberg *) auf's Deutlichste hervor.

Es wurde Ulmenholz mehrere Tage lang mit einer sehr schwachen Kalilösung (5 Th. auf 750 Th. Wasser) in der Wärme behandelt, und dies mit erneuerter Lauge einige Male wiederholt. Die Flüssigkeiten waren darnach immer braun gefärbt, was beweist, daß wirklich eine Veränderung in der organischen Materie Statt gefunden hat. Aus den nach einander erhaltenen Abgüssen wurde durch Säure ein Körper gefällt, dessen Zusammensetzung nach der Behandlung mit Alkohol und Aether variirte, wie folgt:

C	64,12	57,83
H	6,17	5,93
O	29,73	36,24.

Das zurückgebliebene Holz hatte die Zusammensetzung:

C	50,10
H	6,17
O	43,73,

welche also von der ursprünglichen unveränderten Substanz wenig abweicht. Darauf wurde das Holz mit einer concentrirten Lauge (10 Th. auf 750 Th. Wasser) in der Wärme Tage lang wiederholt behandelt, wobei sich die Lauge weniger dunkel färbte, als die früher angewandte schwächere Lösung. Durch Säure wurde daraus abermals ein Niederschlag erhalten. Bei Anwendung einer noch stärkeren Kalilauge erhielt Fromberg für den mit Alkohol ausgezogenen Niederschlag, welcher nunmehr gallertartig und viel weniger gefärbt war:

*) Scheik. Onderz. Deel II. p. 272.

C	57,92	50,02
H	6,37	6,10
O	35,71	43,88

also wiederum veränderliche Mengen Kohlenstoff. Das Holz hatte jetzt die Zusammensetzung:

C	48,05
H	5,96
O	45,99

Offenbar enthält der letzte Niederschlag Cellulose und die inkrustirende Substanz ohngefähr in dem nämlichen Verhältnisse, wie sie im Holze vorkommen.

Daraus läßt sich sehr einfach der Schluß ziehen, daß durch verdünnte Kalilauge nicht nur Stoffe aus dem Holze ausgezogen, sondern auch zugleich chemisch zersetzt werden. Der Alkohol, womit das Holz ausgezogen war, blieb ungefärbt; derjenige, womit die Niederschläge behandelt wurden, nahm eine braune Materie auf, also ein Zersetzungsprodukt der mittleren Holzsubstanz unter dem Einfluß des Alkalis. Durch concentrirte Kalilauge wurden, nachdem die durch die verdünnte Lauge zersetzbaren Stoffe des Holzes getrennt waren, Cellulose und die mittlere Holzsubstanz ohngefähr in dem Verhältniß, wie sie im Holze enthalten sind, aufgelöst.

Es ist deshalb sehr leicht möglich, daß die inkrustirende Substanz des Ulmenholzes nicht aus einer einfachen, sondern aus mehreren Verbindungen besteht, wenngleich sie in allen verdickten Holzzellen als mittlere Schicht einfacher Natur ist; aber über ihre eigentliche Zusammensetzung wissen wir so gut wie gar nichts. Was Payen darüber angegeben hat, ist sicher nicht richtig; er hat Zersetzungsprodukte derselben, Cellulose, unverändertes Holz u. s. w. analysirt, und hat derartigen Gemengen obige Namen gegeben. Auch hat er auf die Substanz der äußeren Schicht der Holzzellen keine Rücksicht genommen, welche von der mittleren Holzsubstanz in allen Eigenschaften abweicht.

Fromberg erhielt bei der Digeſtion von Ulmenholz mit verdünnter Kalilauge (20 Th. auf 600 Th. Waſſer) in der Kälte eine gefärbte alkaliſche Flüſſigkeit, welche ſelbſt noch dunkler war, als die früher in der Wärme bereitete Löſung, woran übrigens die größere Concentration dieſer Lauge Antheil haben mag. Die Flüſſigkeiten, mit denen das Holz wiederholt ausgezogen war, wurden durch Eſſigſäure gefällt; aber die Niederſchläge ertheilten dem Alkohol und Aether, womit ſie behandelt wurden, keine Färbung, wie die nach Digeſtion in der Wärme erhaltenen Fällungen. Sie gaben:

C	55,48	51,90	49,12
H	5,76	6,35	6,17
O	38,76	41,75	44,71.

Die Analyſe des zurückgebliebenen Holzes gab:

C	51,81
H	6,36
O	41,83.

Nach jener Behandlung mit kalter Lauge wurde eine warme Kaliflüſſigkeit (20 Th. auf 750 Th. Waſſer) angewandt, darauf eine zweite von derſelben Stärke und endlich eine Lauge, welche 50 Th. Kali auf 400 Th. Waſſer enthielt. Die Niederſchläge, welche nun erhalten wurden, färbten Alkohol braun und gaben, nachdem ſie damit ausgezogen waren:

	I	II	III
C	61,08	56,59	49,44
H	6,18	6,23	6,16
O	32,74	37,18	44,40

Das nun übrig gebliebene Holz gab folgende Reſultate:

C	50,41	50,60
H	6,32	6,11
O	43,27	43,29

Dies iſt in der That die Zuſammenſetzung des unveränderten Holzes, wobei der Kohlenſtoff- und Waſſerſtoffgehalt nur wenig höher ausfällt.

Die Niederſchläge I, II und III weichen hinſichtlich ihrer procentiſchen Zuſammenſetzung weſentlich von denjenigen ab, die nach Behandlung mit kalter Lauge erhalten ſind. Die Zahlen in III entſprechen der Zuſammenſetzung des reinen Holzes, in II findet man ein Gemenge von III und I, während I ein neues Zerſetzungsprodukt enthält.

Das Holz vom Goldregen- und Tulpenbaum gab Fromberg andere Reſultate als Ulmenholz; und es geht daraus unzweideutig hervor, was von Payen in Abrede geſtellt iſt, daß nämlich bei verſchiedenen Holzarten oder bei verſchiedenem Alter eines Holzes die Summe der Beſtandtheile der beiden äußerſten Schichten variirt, eine Abweichung, welche in einer Veränderung der mittleren Holzſubſtanz ſelbſt ihren Grund hat *).

Fromberg folgert aus jenen Verſuchen, daß die inkruſtirende Subſtanz aus mehreren Schichten beſteht, die ſich ihrer chemiſchen und phyſikaliſchen Beſchaffenheit nach von einander unterſcheiden, und daß der feſtere Zuſammenhang mancher Schichten leichter durch kalte und concentrirte, als durch verdünnte warme Kalilauge aufgehoben wird. Einer der von Goldregenholz erhaltenen Niederſchläge hatte nach ſeinen Verſuchen genau dieſelbe Zuſammenſetzung wie die Ulminſäure (S. 161), während er durch Einwirkung von bloßer Schwefelſäure, oder durch Schwefelſäure und Kali eine Reihe von Körpern darſtellte, deren Zuſammenſetzung

*) Die Holzſchwefelſäure, ohne Zweifel ein Gemenge von verſchiedenen Körpern, iſt kürzlich von Blondeau unterſucht (Erdmann's und Marchand's Journal No. 15, 1841 S. 429). Die aus Baumwolle bereitete Verbindung kann unmöglich mit derjenigen identiſch ſein, welche aus Holz erhalten iſt (ſiehe oben S. 435). Aus Baumwolle dargeſtellt, enthält ſie die Beſtandtheile der Celluloſe; aus Holz bereitet, jene und noch einige andere.

Holzſägeſpäne, mit concentrirter Schwefelſäure übergoſſen und mit Waſſer und Ammoniak ausgewaſchen, zeigen unter dem Mikroſkop ſehr deutliche Plättchen der äußeren Schicht der Holzzellen. Dieſe waren aber mit ulminartigen Stoffen, die nicht davon getrennt werden konnten, ſo gemengt, daß ich von der ferneren Reinigung abſtehen mußte.

uns immer noch keinen richtigen Begriff von der Natur der inkruſtirenden Subſtanz des Holzes giebt, weil die Produkte bei geringem Unterſchiede in der Stärke der angewandten Agentien, oder bei Unterſuchung verſchiedener Hölzer, ſtets verſchieden ausfallen *).

Rindenparenchymzellen.

Die Rinderparenchymzellen verhalten ſich wie Celluloſe. In Hoya carnosa werden ſie, ſowohl im vierten als im zweiten Internodium durch Jod und Schwefelſäure dunkelblau, Fig. 1 Bc. In dem ſiebenten Internodium erſcheinen ſie grün, und beſitzen demnach blau und gelb werdende Stoffe. Die darin vorkommenden Baſtfaſern ſtechen durch ihre hellblaue Farbe ſtark ab, d. Man ſieht inwendig ein braungelbes Häutchen, auswendig keine beſondere Hülle.

Concentrirte Schwefelſäure löſt ſie auf. Concentrirte Salpeterſäure färbt ſie im vierten Internodium nicht, auch nicht nach Zuſatz von überſchüſſigem Ammoniak, Fig. 1 Ac. Sie enthalten alſo kein Protein.

Die Rindenzellen von Sambuccus nigra werden durch Salpeterſäure nicht verändert, Jod und Schwefelſäure färbt ſie blau.

In Clematis vitalba werden ſie ebenfalls inwendig ſchön blau, ſchwellen an und zeigen eine ſehr dicke braune Hülle, welche bedeutend ſtärker iſt als diejenige, welche die etwas älteren Holzzellen umgiebt, übrigens aber mit der äußeren Holzſubſtanz übereinzuſtimmen ſcheint.

---

*) Daß die mittlere Schicht der Holzzellen Pectinſäure enthält, und die äußere Schicht mit der cuticula der Pflanzen oder mit der Korkſubſtanz übereinſtimmt, wie Harting glaubt (Scheik. Onderz. Deel III), iſt gewiß nicht richtig. Ich habe indeſſen nicht das Vergnügen gehabt, meinen geehrten Collegen davon zu überzeugen.

Bei Tilia europaea werden die Rindenzellen durch Jod und Schwefelsäure unmittelbar blau (Harting und M.).

Bastfaserzellen.

Die Bastfaserzellen in Agave americana schwellen in Schwefelsäure (3 Th. auf 1 Th. Wasser) stark an und werden grünbraun; die Höhlung derselben verschwindet ganz. Nach einstündiger Einwirkung ist der ganze innere Theil der Zelle aufgelöst, und es bleibt eine äußere Schicht übrig, welche sich demnach von dem auf der inneren Seite anliegenden Theile wesentlich unterscheidet. Selbst nach 48 Stunden ist die äußere Schicht noch unverändert *).

Jod und Schwefelsäure (3 Th. auf 1 Th. Wasser) färbt die Bastfaserzellen braun. Nach Zusatz von concentrirter Schwefelsäure werden sie — während alle Merenchymzellen sich bläuen — gallegrün, Fig. 40 B, und es wird eine braune leicht zu unterscheidende Bekleidung oder auf dem Querschnitt der Zelle ein ähnlicher Rand sichtbar. Nach einiger Zeit geht die gallegrüne Farbe der mittleren Zellenwand mehr in blau über, und es zeigen sich concentrische Schichten; sie färbt sich zuletzt braun und wird endlich aufgelöst, wobei bloß die äußere, von Anfang an braune Schicht, die auch nach 48 Stunden noch übrig ist, Fig. 40 D, ungelöst zurückbleibt.

Diese Reaktion erinnert an die von Hartig (Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Pflanzen) unterschiedenen drei Schichten der Zellenwände: die Ptychode, die Astate und Eustate. Die Verschiedenartigkeit ist unzweifelhaft. In der mittleren Wand finden wir durch Jod und Schwefelsäure Cellulose, aber verhältnißmäßig wenig. Sie ist von einer unter dem Einfluß der Schwefelsäure sich braun färbenden, Ulmin bil-

*) Beomdampf färbt die Merenchym- und Bastfaserzellen bei Agave gelb; auf dem Querdurchschnitt kommt dadurch die Begrenzung der letzteren sehr deutlich zum Vorschein.

denden Subſtanz durchwebt; dies iſt alſo mittlere Holzſubſtanz, während die äußere Schicht der Zellenwand und die innere ſpäter braun werdende Schicht ſich wie die äußere Holzzellenſubſtanz verhalten und deshalb wohl damit identiſch ſein können.

Die Baſtfaſerzellen von ſehr junger Agave americana werden durch Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) inwendig braun und erhalten einen blauen Rand, Fig. 69 und 38. In älteren Blättern wird unter denſelben Bedingungen jene blaue Färbung etwas grünlich (ſiehe vorige Seite); demnach erleidet die inwendig liegende Zellenſubſtanz mit der Zeit eine Veränderung, Fig. 39.

Die Baſtbündel von Phormium tenax werden durch Jod und Schwefelſäure grünlich gefärbt, von concentrirter Schwefelſäure aufgelöſt. Es bleibt hier nicht wie bei Agave eine äußere Wand übrig. In Hoya carnosa ſchwellen die Baſtfaſerzellen des zweiten Internodiums ſtark auf, und werden hellblau; ſie zeigen auswendig keine braune Hülle, Fig. 1 Bd. In dem ſiebenten Internodium werden ſie noch heller blau. Salpeterſäure färbt ſie nicht, auch nicht aus dem vierten Internodium, Fig. 1 Ad. Von concentrirter Schwefelſäure werden ſie aufgelöſt.

Die Baſtfaſerzellen von Sambuccus nigra in einem diesjährigen Zweige werden durch Salpeterſäure gelb, durch Zuſatz von Ammoniak im Uebermaß noch gelber.

Jod und Schwefelſäure färbt ſie blau. Daſſelbe findet bei Asclepias syriaca Statt, wo ſich in jungen Internodien keine Spur einer Bekleidung der Baſtfaſerzellen zeigt, welche braun würde. Dieſe iſt alſo auch, wie das Häutchen der Holzzellen, ſpäteren Urſprungs und muß aus Stoffen gebildet ſein, welche durch die Celluloſeſchicht hindurchgeſchwitzt ſind.

Die Baſtfaſerzellen von Tilia parvifolia werden blau, ſchwellen an und zeigen eine äußerlich braune Wand und in

der Mitte einen braunen Punkt, welcher aus einer durch die Anſchwellung zuſammengedrückten Membran (utriculus internus?) entſtanden iſt. Die hellblaue ausgedehnte Wand zeigt hie und da concentriſche Ringe. Durch die Ausdehnung der letzteren berſtet endlich die braune äußere Schicht.

Die braune Membran, welche in jenen Baſtfaſerzellen nach Einwirkung der genannten Agentien zum Vorſchein kommt, iſt bei Clematis vitalba nicht zu ſehen, während die Baſtfaſer übrigens hellblau wird; ſie findet ſich aber wieder bei Cicas revoluta. An der inneren Seite jener braunen Wand liegt ein ſtark angeſchwollener mittlerer Theil von grüngelber Farbe, der in der Mitte ein blaues Kreuz hat, welches durch Zuſammenſchrumpfen der innerſten Celluloſemembran entſtanden iſt. — In concentrirter Salpeterſäure ſchwillt ſie ſtark an.

Nach 48ſtündiger kalter Digeſtion mit concentrirter Salzſäure wurden die Baſtfaſerzellen von Clematis vitalba roſenroth, ein Beweis, daß ſie Protein enthalten (Harting und M.).

Die Baſtfaſerzellen von Agave americana gaben, nachdem ſie mit Waſſer, Alkohol und Aether ausgezogen und bei 130° getrocknet waren, bei der Verbrennung folgende Reſultate:

C	46,93	47,02
H	6,05	6,18
O_4N	47,02	48,80 *).

Sie enthalten 2½% Aſche, welche, mit Schwefelſäure übergoſſen, ſchwach aufbrauſte.

Es würde nutzlos ſein, eine jenen Zahlen entſprechende Formel zu ſuchen, da die analyſirte Subſtanz viel Celluloſe, etwas Protein, ein wenig mittlere Holzſubſtanz und diejenige Verbindung enthält, welche wir äußere Holzzellenſubſtanz genannt haben. Durch Behandlung mit concentrirter Eſſig-

*) Scheik. Onderz. Deel III.

säure verloren jene Baſtfaſerzellen alle unorganiſchen Beſtandtheile und ihr Protein und gaben bei der Analyſe:

C 46,32
H 6,01
O 47,67 *).

Die Baſtfaſerzellen ſind demnach hinſichtlich ihrer chemiſchen Natur von den Holzzellen nicht weſentlich verſchieden.

Collenchym.

Das Collenchym, oder dasjenige Zellengewebe, welches bei manchen Pflanzen unter der Epidermis vorkommt, zeigt in Phytolacca decandra gegen Salpeterſäure, Fig. 12 und 13, ein von dem Parenchym derſelben Pflanze abweichendes Verhalten. Ein Querdurchſchnitt aus dem dritten Internodium, von oben an gerechnet, wird nicht dadurch gefärbt, auch nicht auf Zuſatz von Ammoniak, während der Zelleninhalt gelb wird. Die rautenförmigen Figuren, welche in Folge einer ungleichmäßigen Verdickung der Zellenwand entſtehen und durch Einwirkung der Salpeterſäure ſcharf begrenzt werden, und alsdann Kreisſektoren gleichen, bleiben ungefärbt. Jene Subſtanz iſt alſo offenbar von Celluloſe verſchieden.

In Opuntia brasiliensis wird das Collenchym durch Salpeterſäure und auch nach Zuſatz von überſchüſſigem Ammoniak nicht gefärbt, ebenſo wenig das hier vorkommende Parenchym. In concentrirter Schwefelſäure ſchwellen die Wände der Collenchymzellen ſtark an und werden wie die Parenchymzellen nur etwas ſpäter unſichtbar. Ein ähnliches Anſchwellen und Verſchwinden der Zellenwände bewirkt concentrirte Kalilauge. Payen iſt der Anſicht, daß

*) Scheik. Onderz. Deel III.

ein großer Theil derſelben aus pectinſaurem Kalk beſteht. Ihr Verhalten iſt jedenfalls ein anderes, als das der reinen Celluloſe, aber Pektinſäure kommt als ſolche nicht in den Pflanzen vor; dagegen findet ſich eine Subſtanz, welche unter vielerlei Verhältniſſen gallertartig werden kann: Pectoſe. Daß die im natürlichen Zuſtande ſchon ſehr dicken Wände nicht bloß aus Pectoſe, ſondern aus einer innigen Verbindung von Pectoſe und Celluloſe beſtehen, geht aus der Reaktion mit Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) auf's Deutlichſte hervor, Fig. 14 b. Pectoſe wird nämlich dadurch nicht, wie die Celluloſe, gefärbt. Das Collenchym nimmt nun, wie das Parenchym, ſogleich eine ſehr ſchöne blaue Farbe an, ohne daß man etwas Heterogenes oder verſchiedene Schichten wahrnimmt. Die Darſtellung der Pectinſäure hat gelehrt, daß Pectinſäure innig mit Celluloſe verwebt iſt (Scheik. Onderz. Deel III.). Auf dem Querdurchſchnitt ſieht man in den Collenchymzellen, deren Wände ſehr dick und aufgeſchwollen ſind, wellenförmige concentriſche Ringe, wodurch eine Verſchiedenheit in den Pectoſe- und Celluloſeſchichten angedeutet wird. Die äußere Wand der Zellen iſt ganz farblos, ſo daß die Zellen durch einen hellen ungefärbten Rand von einander getrennt ſind. Wahrſcheinlich iſt dies nichts anders als Pectoſe. Aber die Pectoſe durchſetzt noch zum Theil die Celluloſewand und bildet damit mehr oder weniger abwechſelnde Schichten.

In Sambuccus nigra ſchwillt das Collenchym durch concentrirte Salpeterſäure ſtark an und wird auf Zuſatz von Ammoniak nicht weiter verändert. Jod und Schwefelſäure färbt daſſelbe blau. Es iſt alſo mit Pectoſe, wenn ſolche überhaupt darin vorhanden iſt, Celluloſe innig gemengt.

In Tilia parvifolia, und zwar in ſehr jungen Zweigen, bringt Salpeterſäure keine gelbe Färbung des Collenchyms hervor. Durch Jod und Schwefelſäure wird es dunkelblau, ohne daß irgend ein Zeichen für die Verſchiedenartigkeit der

Stoffe in der Zellenwand ſich zu erkennen giebt (Harting und M.).

Pectoſe, mit Celluloſe durchwebt, ſcheint alſo wirklich die Zellenmembran in dem Collenchym auszumachen.

Cuticula.

Es iſt ſchon längſt bekannt geweſen, daß die Oberhaut der Pflanzen aus einer Zellenſchicht beſteht. Ad. Brongniart hat übrigens gezeigt, daß man durch Maceration eine dünne Membran von der Oberfläche der Pflanzen abſcheiden kann, welche homogen oder körnig iſt und ſich von den Wänden der Epidermiszellen unterſcheidet. Jene Membran bedeckt nach Brongniart faſt die ganze Pflanze; ſie heißt bei den Pflanzenphyſiologen Cuticula und iſt ſchon von Vielen, zuletzt auch von Mohl *) unterſucht.

Die Cuticula wird durch Jod gelb, zuweilen auch braun gefärbt, in der Art, daß, wenn man eine Oberhaut auf dem Querſchnitt mit Jod behandelt, die Wände der Epidermiszellen eine hellbraune, aber die äußerſte Schicht (Cuticula) eine dunkelgelbe oder braune Farbe annimmt. Nach jener Färbung durch Jod werden erſtere auf Zuſatz von Schwefelſäure ſehr ſchön indigblau, während die Cuticula unverändert bleibt.

Die Organe, welche nicht mit einer lederartigen Epidermis bedeckt ſind, haben durchgehends eine ſehr dünne Cuticula und zeigen daher bei der Färbung mit Jod nur eine ſehr dünne braune Schicht.

Die Cuticula iſt eine zuſammenhängende Membran, glatt, mit parallel laufenden Streifen oder unregelmäßig vertheilten Erhabenheiten auf der Oberfläche. An den Theilen, welche

*) Linnaea. Bd. VI, Heft 5, S. 401.

eine Oberhautzelle bedecken und damit zusammenhängen, ist keine Grenze zu finden, das Ganze erscheint vielmehr als ein fortlaufendes Häutchen. Bisweilen ist die Cuticula sehr weit, so daß sie die Oberfläche wellenförmig oder in Falten bedeckt und ihr mitunter auch eine körnige Beschaffenheit ertheilt. Sie ist also für ein Secretionsprodukt der äußersten Zellenschicht der Epidermiszellen zu halten (Mohl).

Die Cuticula, oder die Schicht, welche die Epidermiszellen bedeckt, ist ganz eigenthümlicher Art, und die Substanz, woraus sie besteht, hat mit der der Epidermiszellen, allen damit angestellten Reaktionen nach zu urtheilen, nichts gemein. In Aloë lingua bleibt sie mit den darauf sitzenden Warzen nach Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure ungelöst; sie wird dadurch sogar nicht einmal gefärbt. Auch nach viertägiger Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure ist sie noch unverändert. Rauchende Salpetersäure löst sie ebenfalls nicht im Mindesten auf, Fig. 8. — Durch Jod und concentrirte Schwefelsäure erleidet sie weiter keine Veränderung, als daß sie vom Jod braun gefärbt ist. Schichten sind in der Cuticula nicht wahrzunehmen.

Königswasser, Salzsäure und concentrirte Phosphorsäure üben auf die Cuticula keinen merklichen Einfluß.

Nach Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder von Jod und Schwefelsäure, und auch durch Phosphorsäure löst sich die Cuticula bei Aloë lingua an vielen Stellen ab, dadurch daß die Epidermiszellen aufgelöst werden, und bildet ein Häutchen, worin bei 300maliger Vergrößerung nichts Zellenförmiges und überhaupt nichts Besonderes zu bemerken ist. In sehr jungen, noch unentwickelten Blättern von Agave americana zeigt die Cuticula mit den genannten Reagentien genau dieselbe Reaktion, wie in alten Blättern.

Was hier über die Cuticula von Aloë lingua gesagt ist, gilt auch von Agave americana, Fig. 69, 70, 71, 72, wo man außer einer äußersten Schicht der Cuticula noch tiefer

liegende Theile derſelben ſieht, welche die äußerſte Fläche der Epidermiszellen umgeben und aus der nämlichen Subſtanz beſtehen, woraus die äußere mit Warzen bedeckte Schicht gebildet iſt. Beide unterſcheiden ſich durch ihre Reaktionen nicht.

Concentrirte Salpeterſäure färbt die Cuticula augenblicklich gelb; durch Zuſatz von überſchüſſigem Ammoniak wird die Farbe noch intenſiver.

Schwefelſäure (3 Th. auf 1 Th. Waſſer) färbt die Cuticula nicht, noch löſt ſie dieſelbe auf; nach einſtündiger Einwirkung iſt ſie gelb geworden; nach 48 Stunden iſt keine weitere Veränderung, ſelbſt keine Anſchwellung wahrzunehmen.

Durch Jod und Schwefelſäure (3 Th. auf 1 Th. Waſſer) wird die Cuticula bei Agave braun, und nach unten ſieht man deutlich ihre Abgrenzung. Wenn man darauf concentrirte Schwefelſäure hinzufügt, ſo behält die Cuticula ihre Farbe, und die Epidermiszellen werden, ſo weit ſie von der Cuticula nach unten zu nicht bedeckt ſind, gleich den Merenchymzellen blau. Durch dieſe Reaktion tritt namentlich die verſchiedene Natur der Subſtanzen, woraus die Epidermiszellen und die Cuticula beſtehen, deutlich hervor. Nach 48 Stunden ſind die erſteren aufgelöſt, und die Cuticula bleibt gezahnt oder unterwärts halbrund ausgeſchnitten zurück.

In Phormium tenax wird die Cuticula durch concentrirte Salpeterſäure gelb, auf Zuſatz von überſchüſſigem Ammoniak braungelb. Jod und Schwefelſäure färbt ſie braun, Fig. 74. Dies Verhalten deutet an, daß die Subſtanz, woraus ſie zuſammengeſetzt iſt, durch die äußerſte Schicht der Epidermiszellen abgeſchieden wird. Die Cuticula umgiebt nämlich letztere an der Außenfläche wie ein Futteral, und die Subſtanz derſelben wird alſo durch die Epidermiszellen nach außen hin abgeſondert und iſt aus Stoffen gebildet, welche den Inhalt der letzteren ausmachten.

In Hoya carnosa verhält ſich die Cuticula gegen Sal-

peterſäure und Ammoniak und gegen Jod und Schwefelſäure auf die wiederholt angegebene Weiſe, Fig. 1 A und B aa. Ebenſo in Sambuccus nigra.

In den Antheren von Gladiolus Pittacinus ſieht man die Cuticula unter Einwirkung der Schwefelſäure ſich in großen Lappen ablöſen, welche — wenn man zuvor Jod hinzugebracht hat — gelb gefärbt ſind, während die unmittelbar darunterliegende Schicht ſich blau färbt (Harting und M.).

Die Cuticula würde vielleicht rein zu erhalten ſein, wenn man ſie durch Schwefelſäure von der Pflanze losweichte. Wir haben die noch mit der Epidermisſchicht verſehene Cuticula von Phytolacca decandra und von Agave americana analyſirt. Bei der letzteren Pflanze kann der Celluloſegehalt der Epidermiszellen ſehr wenig betragen. Beide wurden mit Waſſer, Alkohol und Aether ausgezogen und bei 130° getrocknet. Die von Phytolacca gab 2%, von Agave ohngefähr 4% Aſche.

Cuticula und Epidermiszellen von Phytolacca decandra:

C	52,90	52,70
H	6,79	6,80
O+N	40,31	40,50 *).

Cuticula und Epidermiszellen von Agave americana:

C	63,51	63,28
H	8,82	8,89
O+N	27,67	27,83 **).

Jene Reſultate, wie ſehr ſie auch unter einander abzuweichen ſcheinen, differiren doch, was die eigentliche Cuticulaſubſtanz betrifft, in der That nicht, denn die von Phytolacca enthält eine weit größere Menge der Epidermiszellen (Celluloſe) eingemengt als bei Agave. Zieht man dieſe ab, ſo

*) Scheik. Onderz. Deel III.

*) Scheik. Onderz. Deel III.

hat man ziemlich genau übereinſtimmende Zahlen für die Cuticulaſubſtanz, die übrigens auch in Agave nicht ganz frei von Celluloſe iſt.

Vergebens haben wir verſucht, reine Cuticula durch Aufweichen in Schwefelſäure darzuſtellen. Sie wird zwar ſelbſt von Nordhäuſer Schwefelſäure nicht aufgelöſt, während ſich alle andere Stoffe löſen, und behält ganz ihre Form bei; aber ſchon von zweitem Schwefelſäurehydrat wird ſie zu ſtark gefärbt, um ſie der Elementaranalyſe zu unterwerfen. Die Färbung tritt namentlich durch ſpätere Behandlung mit Ammoniak noch deutlicher hervor. Für jezt muß alſo dieſe Lücke noch unausgefüllt bleiben, aber es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß eine Schwefelſäure von beſtimmter Stärke die anderen Stoffe auflöſt und die Cuticula unverändert zurückläßt.

Epidermis.

Die Epidermis, welche in den einfachſten Pflanzen ſich von dem darunter liegenden Gewebe nicht unterſcheidet, zeigt bei den Pflanzen höherer Ordnung ein ſehr abweichendes Verhalten. Sie wird von der Cuticula bedeckt, iſt farblos und durchſcheinend und läßt ſich bei manchen Pflanzen leicht, bei anderen nur nach Aufweichung der darunter liegenden Theile abſcheiden.

Die Zellen, woraus die Epidermis beſteht, ſind meiſt ſehr groß, tafelförmig, regelmäßig, oftmals vier- oder ſechsſeitig, mitunter auch, auf dem horizontalen Durchſchnitte geſehen, unregelmäßig. Sie ſind ſehr feſt und liegen unmittelbar auf dem darunterliegenden Gewebe, ohne daß ſich ein Zwiſchenraum zwiſchen beiden befindet; die innere Wand iſt viel dünner als die äußere der Luft ausgeſezte Wand.

Eine beſondere Art von Zellen ſcheint natürlich beſonde-

rer Stoffe zu ihrer Bildung zu bedürfen. Hier läßt ſich indeſſen die Sache einfacher erklären. Wenn nämlich dem größten Theile der Oberfläche einer gewöhnlichen Zellenreihe die zuſtrömenden Säfte entzogen werden, ſo entwickeln ſich keine neuen Zellen mehr, und müſſen bei fortſchreitender Vergrößerung der darunterliegenden Theile ausgedehnt, platt und tafelförmig werden; mit anderen Worten: da die Oberhautzellen nur an ihrer Oberfläche mit dem Zellenſafte in Berührung ſind, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß ſie denſelben Urſprung haben wie die darunterliegenden Zellen, und alſo auch aus den nämlichen Subſtanzen beſtehen. Daher rührt es denn auch, daß in der Regel nur eine Reihe der Oberhautzellen angetroffen wird.

Die Epidermis und Cuticula der Pflanzen haben deshalb mit der Epidermis der Thiere nichts gemein.

Die Epidermiszellen, wovon wir natürlich die Cuticula unterſcheiden, verhalten ſich in allen Stücken den oben (S. 439) beſchriebenen Parenchymzellen vollkommen gleich. In Aloë lingua, Fig. 8, werden ſie durch concentrirte Schwefelſäure aufgelöſt, ohne gefärbt zu werden. Nach vorhergegangener Behandlung mit Jodtinktur zeigen ſie, wie die Merenchymzellen dieſelbe ſchöne blaue Farbe und werden ſchnell gelöſt. Sie widerſtehen hier gleich den Merenchymzellen ebenſo wenig, wie anderswo, der Einwirkung concentrirter Schwefelſäure. Concentrirte Phosphorſäure löſt ſie auf; nach voraufgegangener Behandlung mit Jodtinktur zeigt ſich die Farbe des Jodamylums *).

Da, wo die Cuticula in Folge der Einwirkung von Jod

*) Königswaſſer, Salpeterſäure, Salzſäure und verdünnte Schwefelſäure üben keine merkbare Einwirkung auf die Epidermiszellen aus; nur kommt dadurch der utriculus internus, der darin ſehr leicht zu unterſcheiden iſt, deutlich zum Vorſchein; daſſelbe beobachtet man ebenſo gut in alten Oberhautzellen, namentlich bei den in der Spitze eines alten Blattes liegenden, als in ſehr jungen noch ganz unentwickelten Blättern (S. 440).

und Schwefelsäure sich abgelöst hat, ist die äußere Schicht der noch unveränderten Epidermiszellen auch blau gefärbt. Letztere hat also eine von der Cuticula ganz unabhängige, selbstständige Existenz.

Die Epidermiszellen von Agave americana, Fig. 69, zeigen dieselben Reaktionen, wie die von Aloë lingua. Wenn indessen die Merenchymzellen von Agave durch Einwirkung der Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) schon aufgelöst sind, widerstehen die der Epidermis noch einige Zeit und lösen sich erst einen Augenblick später; ihr Gewebe ist also hier etwas fester als das der Merenchymzellen. Beide bestehen übrigens aus denselben Stoffen.

Mit Salpetersäure und Ammoniak läßt sich keine Spur von xanthoproteinsauren Ammoniak entdecken.

In Opuntia tuna schwellen die Epidermiszellen unter der Einwirkung von Jod und Schwefelsäure so stark an, daß man sie sogleich gar nicht mehr als Zellen erkennt. Sie verhalten sich hier dem Collenchym und Parenchym derselben Pflanze analog, wo in der Zellenwand Pectose vorzukommen scheint (Harting und M.).

Haare.

Wenn wir die Haare zugleich aus einem histologischen und chemischen Gesichtspunkte betrachten, so müssen wir zweierlei Arten derselben unterscheiden. Es giebt Haare, welche aus Oberhautzellen bestehen und mit einer dicken Schicht der Cuticulasubstanz bedeckt sind. Solche findet man in Opuntia microdasys. Durch Jod und Schwefelsäure werden sie auswendig nicht blau, sondern braun. Inwendig sind sie nicht beobachtet, Fig. 75. Im Uebrigen verhalten sie sich auf der Außenfläche wie die Cuticulasubstanz.

Von jenen Haaren unterscheiden sich diejenigen, welche

entweder keine oder nur eine sehr dünne Cuticulaschicht besitzen, wie bei Salvia argentea. Diese sind fast durchgehends vielzellig, ohne Inhalt, mit einer Wand von 0,0007 Mm. Dicke. Salpetersäure dehnt die Wand nicht aus, noch färbt sie dieselbe. Ammoniak, im Uebermaaß hinzugesetzt, bringt ebenfalls keine gelbe Färbung hervor. Auch Kali verändert sie nicht. — Jod färbt sie sehr wenig gelb; auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure werden sie violett mit mancherlei Schattirungen von Hell und Dunkel, indem die Enden hier und da blau, andere ganz blau erscheinen. Die trockene Beschaffenheit dieser Haare erschwert das Eindringen des Jods; daher die Verschiedenheit. Sie scheinen demnach bloß aus Cellulose zu bestehen.

In jenen Reaktionen stimmen sie ganz mit Baumwolle überein; die Dicke der Wand beträgt 0,002 Mm. Auch die Zusammensetzung ist die der Cellulose (s. Zellenwand S. 435). (Harting und M.)

Dornen.

Die Dornen sind, soweit wir sie untersucht haben, ein Gewebe, welches inwendig mit dem der Holzzellen übereinstimmt. Die von Cirsium triacantha bestehen aus dickwandigen Zellen, deren Wand 0,0077 Mm. dick ist. Sie sind mit Cuticula und mit Epidermiszellen bedeckt. Die inwendig liegenden Zellen werden unter Einwirkung von Jod und Schwefelsäure auswendig braun: darauf folgt eine bläuliche geschwollene Wand, und im Innern zeigt sich eine dunkelbraune körnige Membran (utriculus internus?). (Harting und M.)

Bei 135° getrocknet und mit Alkohol, Aether und Wasser ausgezogen, besitzen sie folgende, mit den Holzarten übereinstimmende Zusammensetzung:

C 49,44
H 5,99
O+N 44,57 *).

Sie enthalten ungefähr 1% Asche.

Korkgewebe.

Das Korkgewebe, welches in manchen Pflanzen auftritt, verdient etwas näher ins Auge gefaßt zu werden. Man beobachtet es in Opuntia tuna sehr deutlich. Während das Collenchym und Parenchym durch Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) schön blau wird, bleiben die Korkzellen unverändert; nach 24 Stunden sind sie braun gefärbt, Fig. 14 a. Dies Verhalten deutet an, daß das Korkgewebe ein eigenthümliches Gewebe ist, welches sich nicht von Cellulose ableiten läßt und auch mit dem Holz in keiner Art von Verbindung steht.

In Hoya carnosa verändern sich die Korkzellen nicht, außer daß sie nach vorhergehender Behandlung mit Jod braun werden.

In dieser Reaktion stimmen sie mit der Cuticula überein, und es führt diese Beobachtung zu der Vorstellung über die Bildung der Korkschicht, daß sie eine Wiederholung der Cuticula sei. Dieser Schluß findet übrigens in den anderen Eigenschaften des Korks und der Cuticula keine Bestätigung.

In Sambuccus werden die Korkzellen aus einem diesjährigen Zweige durch Salpetersäure gelb, eine Eigenschaft, welche sie wiederum mit der Cuticula gemein haben. Auf Zusatz von überschüssigem Ammoniak werden sie noch gelber. Dieselbe Erscheinung findet in Tilia parvifolia statt, wo das Korkgewebe durch Jod und Schwefelsäure keine Veränderung erleidet.

*) Scheik. Onderz. Deel III.

Concentrirte Salzsäure färbt die Korkzellen, wenn sie damit bei gewöhnlicher Temperatur 48 Stunden lang in Berührung gewesen sind, violett, z. B. in einem zweijährigen Zweige von Clematis vitalba. Dies ist ein sicherer Beweis für die Gegenwart von Protein (Harting u. M.).

Die Korksubstanz von Quercus suber ist kürzlich von Döpping untersucht (Annalen der Chemie und Pharm. 1843. März. S. 286), nachdem sie schon früher der Gegenstand einer Untersuchung von Chevreul war. Döpping zog mit Aether eine Wachsart aus, welche Chevreul Cerin nennt — nicht mit der von John so genannten Verbindung zu verwechseln —, die beim Erkalten in Nadeln krystallisirt, und in dem Aether Gerbsäure und extraktartige Stoffe zurückläßt.

Ihre procentische Zusammensetzung kann durch die Formel C_{25} H_{20} O_3 ausgedrückt werden. — Das Suberin, welches nach Digestion von Kork mit Alkohol, Aether, Wasser und verdünnter Salzsäure zurückblieb, gab folgende procentische Zusammensetzung:

C	67,80
H	8,70
N	2,30
O	21,20.

Aber Döpping hält sie nicht für rein und namentlich nicht für rein von Wachs. Jene Substanz liefert die Korksäure, C_8 H_{12} O_3, wenn man Kork durch Salpetersäure oxydirt; übrigens nicht bloß der Kork, sondern jeder korkhaltige Bast erleidet jene Zersetzung, denn behandelt man den Bast von Eichen, Weiden, Pappeln, Linden u. s. w. mit Salpetersäure, so erhält man ebenfalls Korksäure.

Was nach der Oxydation des Korks mit Salpetersäure zurückbleibt, ist außer einem Oxydationsproducte des Wachses und der Korksäure Cellulose, nach Döpping's Analysen C_{12} H_{20} O_{10}, und nicht $C_{24}H_{42}O_{21}$.

Vergleicht man die oben (S. 502) mitgetheilten Analyſen der Cuticulaſubſtanz mit denjenigen Reſultaten, welche Döpping bei der Unterſuchung des Suberins erhalten hat, ſo läßt ſich ein gewiſſer Zuſammenhang nicht verkennen. Döpping fand Celluloſe, die nicht zu dem eigentlichen Korkgewebe gehört. Er wies außerdem einen Stoff nach, welcher, wenn wir dabei die Celluloſe in Rechnung bringen, ſich in ihrer Zuſammenſetzung der Cuticula von Agave nähert. Dieſe Uebereinſtimmung iſt aber deshalb ohne Bedeutung, weil der Kork unter dem Einfluß von erſtem Schwefelſäurehydrat ganz in ulminartige Stoffe zerfällt, die Cuticula dagegen — ebenfalls in großer Menge damit behandelt — kein Ulmin giebt.

Was übrigens die Analyſe des Korks anbetrifft, ſo haben wir andere Reſultate erhalten, als Döpping. Reiner Kork, mit Aether, Alkohol, concentrirter Eſſigſäure uud Waſſer vollkommen ausgezogen, gab keine wägbare Menge Aſche und bei 140° getrocknet,

C 65,52
H 7,97

Zahlen, die von denen, welche Döpping gefunden hat, ſehr abweichen. Der analyſirte Kork enthielt übrigens noch Stickſtoff.

Aus obigen Thatſachen ergeben ſich folgende Schlüſſe:

1°. In dem Pflanzenreich beſtehen die jungen Zellen aus Bläschen, welche reine Celluloſe, $C_{24} H_{42} O_{21}$, ſind. Sie enthalten keine nachweisbaren Theile feſter ſtickſtoffhaltiger Körper, und die Zellenwand kann deshalb nicht die erſte Urſache des Stoffwechſels ſein; dieſe iſt vielmehr in dem Inhalte der Zelle zu ſuchen.

2°. Jene Zellenmembranen beſtehen bis in ihr Alter entweder aus bloßer Celluloſe — in dieſem Falle bleiben ſie ſehr dünnwandig — oder ſie werden dicker und nehmen andere Stoffe auf.

3°. Die Ablagerung anderer Stoffe geſchieht auf zweierlei Weiſe, entweder in der dünnen Celluloſeſchicht, oder auf derſelben.

4°. Alle jungen Theile, welche nicht zu der Zellenwand gehören, beſtehen urſprünglich aus Celluloſe, z. B. die Spiralfibern. Mit zunehmendem Alter nehmen dieſe andere Stoffe in ſich auf, und es entſteht alsdann ein inniges Gemenge von Celluloſe mit der in derſelben abgelagerten Subſtanz, welche wir mittlere Holzſubſtanz genannt haben. In dem Maaße, als die letztere ſich vermehrt, nimmt der Celluloſegehalt ab. Die Ringe der Ringgefäße (z. B. in Opuntia) enthalten deshalb im ſpäteren Alter ſehr wenig Celluloſe, und beſtehen größtentheils aus mittlerer Holzſubſtanz.

5°. Die Abſonderung der Schichten auf der Zellenwand darf mit einer Verdickung der Wand ſelbſt nicht verwechſelt werden. Beide ſind ganz von einander verſchieden.

6°. Die Verdickung der Wand wird durch Pectoſe oder Pflanzenſchleim, oder durch Körper bewirkt, welche aus C_{24} H_{38} O_{19} oder C_{24} H_{42} O_{21} beſtehen, d. h. welche mit der Celluloſe gleiche Zuſammenſetzung haben; die Ablagerung der Schichten geſchieht durch zwei wohl unterſchiedene Stoffe, vielleicht auch durch mehrere. Die erſteren werden, außer der Pectoſe, unmittelbar aus Celluloſe gebildet, entweder durch einfache iſomeriſche Umſetzung, oder durch Verluſt von Waſſer. Die Letzteren ſind von Celluloſe ganz verſchieden.

7°. Die Ablagerung auf der Zellenwand geſchieht entweder auf der Innenſeite oder auf der Außenfläche der aus Celluloſe beſtehenden Wand.

8°. Wenn die Membran urſprünglich kleine Oeffnungen enthält, ſo wie dies oft beobachtet iſt, ſo werden dieſelben bei der ferneren Ausdehnung der Zellenwand immer größer, und es findet alsdann an dieſen Stellen keine fernere Abſonderung andere Stoffe mehr Staat; ſo entſtehen Punkte und punktirte Canäle. Sie ſind verſchiedener Art.

9º. Die Ablagerung neuer Schichten geſchieht nur auf der Außenfläche der Celluloſeſchicht.

10º. Auf der äußeren Wand ſcheidet ſich bei den Holzzellen eine Subſtanz, welche wir äußere Holzſubſtanz genannt haben (S. 478) als erſte Schicht an der Celluloſewand ab; gleichfalls bei den vasa porosa und scalaria.

11º. Zwiſchen dieſen beiden Schichten, der Celluloſewand und der äußeren Schicht, ſetzt ſich bei den Holzzellen noch eine dritte ab, welche aus der ſogenannten mittleren Holzſubſtanz beſteht, die abgeſchieden auf dem Querdurchſchnitt Ringe darſtellt, deren Anzahl verſchieden iſt.

12º. Je näher dieſe Schichten an die Celluloſeſchicht grenzen, um ſo mehr verſchmelzen ſie in einander.

13º. Eine Verdickung auf der innern Wand iſt uns eigentlich nicht vorgekommen; aber wir deuten damit die eigenthümliche Verdickung der Holzzellen von Hoya carnosa an, die ſich von den wahren Holzzellen unterſcheiden. Die Celluloſeſchicht hat hier zuerſt auf ihrer Außenfläche eine Schicht derjenigen Subſtanz bekommen, welche die äußere Holzzellenſchicht bildet (im Folge der Durchdringung der Wände von dem Zelleninhalte). Dieſe neue Schicht iſt das Fundament für die fernere Inkruſtation geworden, ſo daß nun verſchiedene Schichten entſtehen, welche ein gleichförmiges Gemenge von Celluloſe und der mittleren Holzſubſtanz darſtellen. Die Celluloſeſchicht verſchwindet als ſolche in dieſen Zellen, was bei den eigentlichen Holzzellen nicht der Fall iſt. Sie wird zwiſchen die neuen Schichten der mittleren Holzſubſtanz vertheilt.

14º. In jungen und alten Zellen wird außerdem noch eine ſehr dünne Membran wahrgenommen, welche durch Salpeterſäure und andere Säuren, auch durch Alkohol zuſammenſchrumpft und die Mohl Primordialſchlauch nennt. Sie macht in dünnwandigen Zellen eine zweite Wand aus, welche mit der aus Celluloſe beſtehenden Membran loſe zu-

sammenhängt, in alten Holzzellen bildet sie eine vierte Wand. In den Holzzellen hängt sie nur lose zusammen: aber sie fehlt nach unseren Beobachtungen in sehr alten Zellen nur selten. Wir haben sie utriculus internus genannt, weil sie offenbar inwendig liegt, und weil wir nicht wissen, ob sie primordial ist, und noch viel weniger, ob sie wichtige Funktionen erfüllt.

15°. Die dünnwandigen vasa laticis bestehen aus reiner Cellulose; die dickwandigen bei den Euphorbia-Arten sind mit einer dünnen Schicht einer Substanz umgeben, welche mit der äußersten Schicht der Holzzellen übereinzustimmen scheint.

16°. Die Cuticula der Pflanzen ist eine von den Epidermiszellen ausgeschwitzte Substanz. Sie kommt in mancher Hinsicht mit der äußersten Schicht der Holzzellen, der vasa porosa u. s. w. überein, weicht aber durch andere Eigenschaften und in ihrer Zusammensetzung sehr davon ab.

17° Korkzellen, deren Hauptbestandtheil Suberin ist, verhalten sich in mancher Beziehung wie die Cuticula der Pflanzen und wie die äußerste Schicht der Holzzellen, der vasa porosa u. s. w. Alle drei, die Korkzellen, die Cuticula und die äußere Schicht der Holzzellen müssen als verschiedene chemische Körper betrachtet werden.

18°. Die Menge kleiner Oeffnungen in der jungen Zellenwand sind für die Fortleitung der Pflanzensäfte von großer Bedeutung, da überall, wo sie vorkommen, die Zellensäfte nicht bloß aufgelöste, sondern auch suspendirte Theilchen enthalten können.

Zum Schlusse dieser Beobachtungen will ich noch diejenigen Stoffe aufzählen, welche als selbstständige chemische Körper in den Pflanzengeweben unterschieden werden müssen.

Reine Cellulose, welche, wie wir oben gesehen haben, durch Jod und Schwefelsäure die Farbe von Jodamylum annimmt. Sie bildet, so weit gegenwärtig unsere Erfahrung reicht, ausschließlich die Wand der nicht verdickten Zellen

und Gefäße, namentlich der Spiralgefäße, und ist also in runden und ovalen Merenchymzellen, in eckigen und sternförmigen Parenchymzellen, in der Wand der Spiralgefäße, in der inneren Wand der ringförmigen, netzförmigen, gestreiften und punktirten Gefäße, in der Innenwand der vasa laticis, wie der Holzzellen, der Haupt- uud ausschließliche Bestandtheil. Sie bildet ohne Ausnahme alle jungen Holzzellen und macht also das junge Cambium aus; sie bildet ferner das junge Mark und die Rindenparenchymzellen, die Bastfaserzellen im jugendlichen Alter und die Epidermiszellen und wird in dem Collenchym gefunden. Endlich kommt sie bei Hoya, im Samen vom Phytelephas und Iris in den verdickten Zellenwänden vor.

Wenn also irgend eine Verbindung allgemein verbreitet ist, so ist dies die Cellulose. Sie ist der wichtigste Bestandtheil des Pflanzenreichs.

Die Substanz der Cuticula, welche die Cuticula der Pflanzen bildet *).

Suberin, welches in den Korkzellen vorkommt **).

Aeußere Holzzellensubstanz, welche mit der mittleren Holzsubstanz isomer zu sein scheint; sie kommt auch auswendig in den vasa porosa und scalaria vor ***).

Die Zusammensetzung dieser Substanz im reinen Zustande ist uoch nicht bekannt, weil man noch kein Mittel kennt, sie zu isoliren; sie unterscheidet sich übrigens in ihren Eigenschaften von derjenigen Schicht, welche sie bedeckt, und welche die Hauptmasse des Holzes ausmacht, dies ist die

Mittlere Holzsubstanz, worunter die Substanz ver-

*) Sie widersteht der stärksten Schwefelsäure.

**) Es wird duech Schwefelsäure in alminartige Stoffe neewandelt und unterscheidet sich dadurch von der Cuticula der Pflanzen.

***) In manchen Eigenschaften nähert sie sich dee Substanz, woraus die Cuticula der Pflanzen besteht, aber sie weicht hinsichtlich iheer Zusammensetzung und durch andeee Haupteigenschaften sehr davon ab.

ſtanden wird, welche als mittlere Schicht in den Holzzellen, und als Hauptbeſtandtheil der Ringe der Ringzellen, der alten Spiralen und der Baſtfaſerzellen vorkommt, und durch Jod und Schwefelſäure, auch durch Schwefelſäure allein ſich bräunt, von concentrirter Schwefelſäure aufgelöſt wird. Sie iſt in manchen Elementartheilen, z. B. in alten Spiralfaſern, in den Ringen der Ringzellen, in den vasa scalaria mit Celluloſe innig gemengt und wird dann durch die genannten Agentien grün mit verſchiedenen Farbennüancen. Ebenſo erſcheint ſie in der verdickenden Schicht von Hoya carnosa, in den Spiralen der Spiralzellen u. ſ. w. Die Holzſubſtanz in gewöhnlichem Holze hat die Zuſammenſetzung: C_{40} H_{36} O_{26}, die der harten Holzarten, der Steinfrüchte u. ſ. w. wird durch die Formel: C_{40} H_{36} O_{18} ausgedrückt, aber ſie iſt wahrſcheinlich ein Gemenge.

Pectoſe, als Beſtandtheil der Zellenwand mit Celluloſe innig verwebt, in den Epidermis-, Collenchym- und Parenchymzellen von Opuntia brasiliensis, in der äußeren dickeren Wand der vasa laticis von Euphorbia caput medusae.

(Neuere Verſuche haben mir aufs Deutlichſte gezeigt, daß pectinſaurer Kalk und Pectinſäure als ſolche nicht in den Pflanzen vorkommen. Man kann nämlich willkürlich aus Knollen Pectinſäure durch ein Alkali, oder eine andere in Waſſer auflösliche Säure durch Salzſäure ausziehen, welche ich Parapectinſäure genannt habe; keine von beiden jedoch anders als bei erhöhter Temperatur. Kaltes Waſſer nimmt aus gut ausgewaſchenen Knollen nichts mehr auf; kochendes Waſſer zieht Parapectinſäure aus. Die Pectoſe iſt eine complere Subſtanz und giebt mit Alkali und in der Wärme behandelt nur wenig Pectinſäure, aber eine große Menge in Waſſer löslicher Stoffe, darunter auch Traubenzucker. Ich verweiſe auf die Scheikundige Onderzoekingen. Deel III, wo ſich eine ausführliche Unterſuchung über dieſen Gegenſtand findet, de-

ren Reſultate zur Vervollſtändigung der obigen Angaben [S. 244.] über Pectinſäure und Pectin dienen mögen.)

Die Subſtanz, woraus der utriculus internus beſteht, deren Natur wir nicht genauer haben ſtudiren können. Dahin gehört auch die dünne äußere Wand der vasa laticis, welche wie der utriculus internus durch Jod und Schwefelſäure braun gefärbt wird.

Die Subſtanz des hornartigen Albumens von Alstroemeria- und Iris-Samen = C_{24} H_{38} O_{19}, welche auch in den Luftbehältern von Phytolacca vorzukommen ſcheint.

Zwei Verbindungen in dem Samen von Phytelephas, welche gleiche Zuſammenſetzung haben, = $C_{24}H_{42}O_{21}$; die eine iſt Celluloſe.

Hollundermark, welches aus einer Subſtanz beſteht, die in anderen Pflanzengeweben noch näher unterſucht werden muß. Es iſt wahrſcheinlich auch in anderen Arten von Mark vorhanden.

Feſtes Pflanzeneiweiß. Es iſt mit vielen Elementartheilen innig verwebt; auch kommt es in der mittleren Holzſubſtanz vor, bald in den Holzzellen ſelbſt, bald in den Spiralen, bald anderswo, aber nicht in der jungen Zellenwand, ſondern im auflöslichen Zuſtande gehört es dem Zelleninhalte junger Zellen an.

Eine größere Anzahl von Stoffen haben wir in den unterſuchten elementären Pflanzentheilen nicht unterſcheiden zu müſſen geglaubt *).

So viel iſt jedenfalls ausgemacht, daß in dem Pflanzenreich, wie in dem Thierreiche mit ſehr wenigen Verbindungen die verſchiedenartigſten Zwecke erreicht werden. Unſere Unter-

*) Die Hefecelluloſe iſt eine beſondere, mit der gewöhnlichen Celluloſe nicht zu verwechſelnde Subſtanz. Sie wird durch Jod und Schwefelſäure braun und zeigt nur unter dem Mikroſkop kleine Beimengungen einer fremden blau werdenden Subſtanz, deren Menge vielleicht $\frac{1}{50}$ vom Ganzen beträgt, und von der Celluloſe der Körner herrührt (vgl. Scheik. Onderz. Deel II, p. 409.).

ſuchung, welche wir mit ſo vielen Pflanzentheilen angeſtellt haben, hat uns nur wenige unter einander verſchiedene Körper kennen gelehrt, und wahrſcheinlich iſt die Anzahl derjenigen Subſtanzen, welche der Zellenwand angehören, nicht viel größer, als wir gefunden haben.

Ich übergebe dem wiſſenſchaftlichen Publicum dieſen Theil des Werkes mit dem lebendigen Bewußtſein, daß er kaum die erſten Buchſtaben des Alphabets enthält, und muß die gütige Nachſicht des Leſers hier überall in Anſpruch nehmen, wo das Feld ſo unbearbeitet und doch ſo groß iſt *).

*) Die weelhoolle veebeſſerte zweite Auflage von Schleiden's wiſſenſchaftl. Botanik erſchien erſt, als jene Unteeſuchungen ſchon dee Preſſe übergeben waren; ich habe dahee leidee nicht davon Gebeauch machen können.

Erklärung der Kupfertafeln.

Fig. 1. Querdurchschnitte des vierten Internodiums (von der Spitze an gerechnet) eines jungen Schößlings von Hoya carnosa,

A. mit Salpetersäure und darauf mit Ammoniak behandelt;

B. mit Jodtinktur und darauf mit Schwefelsäure (4 Th. Säure von 1,85 spec. Gew. und 1 Th. Wasser) behandelt.

Die folgenden Buchstaben bezeichnen beide Male dieselben Theile.

a. Cuticula, bei *a'* durch die Schwefelsäure losgeweicht.

b. Oberhautzellen.

c. Rindenparenchym.

d. Bastbündel.

e. Cambiumzellenschicht.

f. Holz- und Gefäßlage.

g. Milchsaftgefäße.

h. Mark.

i. Dickwandige Markzellen.

Fig. 2. Querdurchschnitt vom Holz und Mark eines ausgewachsenen Internodiums von Asclepias syriaca, mit Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) behandelt. Alle jene Holzzellen zeigen zwei Schichten; die äußere, welche sich bräunt und nicht anschwillt, und die innere grünblau gefärbte, welche anschwillt.

a. Markstrahlen, deren Zellen grün gefärbt sind, weil

die innere blaue Schicht durch die äußere braune hindurchscheint; *bb* punktirte Gefäße, deren äußerste Schicht eben so gefärbt ist als die der Holzzellen; im Innern zeigt sich eine grünlichblau gefärbte, dünne häutige Lage mit unregelmäßigen Umrissen; *c* Spiralgefäß, die Spirale ist gelblichgrün gefärbt; *d* eine Lage von Milchsaftgefäßen; *e* Markzellen, welche mit einer sehr großen Anzahl runder Poren versehen sind.

Fig. 3. Längsdurchschnitt der Markzellen derselben Pflanze, mit Jod und Schwefelsäure befeuchtet; die Poren sind hier alle spaltenförmig.

Fig. 4. Eine der nämlichen Markzellen, bloß mit Wasser befeuchtet, wobei die spaltenförmigen Poren ebenfalls zum Vorschein kommen.

Fig. 5. Zellen des Diachyms eines sehr jungen Blattes aus dem Innern der Blattkrone von Sempervivum arborescens, mit zahlreichen runden Poren, mit Jod und Schwefelsäure behandelt.

Fig. 6. Junge Holzzellen aus einem jungen Internodium von Asclepias syriaca, mit Jod und Schwefelsäure behandelt; unmittelbar nach Zusatz der Schwefelsäure zeigen sich die spaltenförmigen querliegenden Poren, welche nach einiger Zeit in Folge der Anschwellung wieder verschwinden.

Fig. 7. Querdurchschnitt der Holzzellen und eines Spiralgefäßes aus demselben Internodium, mit Jod und Schwefelsäure behandelt; die Holzzellen färben sich blau, ebenfalls die häutigen Wände des Spiralgefäßes; die Spiralfaser hingegen wird gelbgrün.

Fig. 8. Querdurchschnitt eines Blattes von Aloe lingua. mit verdünnter Salpetersäure behandelt. Der verdickte Theil der Epidermiszellen (Cuticula) ist

hellgelb gefärbt; die darauf befindlichen Warzen (wovon eine bei *a* abgebildet ist) sind mit kleinen Knötchen besetzt. In den Epidermis-, Stoma- und den äußersten Parenchymzellen liegen die utriculi interni abgesondert; das Chlorophyll ist gelblichgrün, die Körner nicht mehr so regelmäßig rund als vor der Einwirkung der Säure. Auf der Oberfläche der mehr nach Innen zu liegenden, kein Chlorophyll enthaltenden Zellen sieht man die Verbindungsstellen, *bbbb*, der durch den Schnitt getrennten Zellen. In einer derselben sieht man ein Harzkügelchen, *c*.

Fig. 9. Theile eines Luftbehälters aus dem Blattstiele von Musa paradisiaca.

A. Mit Jod und Schwefelsäure (4 Thle. auf 1 Th. Wasser) behandelt.

B. Mit Salpetersäure und Ammoniak behandelt, wodurch in manchen Zellen rothbraune Körperchen, *aa*, zum Vorschein kommen.

Fig. 10. Parenchymzellen eines sehr jungen Blattes von Agave americana, mit mäßig verdünnter Salpetersäure behandelt. Die utriculi interni sind deutlich zu sehen; in vielen Zellen zeigen sich zwei Kerne, die keine Kernkörperchen enthalten.

Fig. 11. Querdurchschnitt der Parenchymzellen von Aspidium Filix mas, mit Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) behandelt. Die Wand ist stark geschwollen und auf der innern Fläche durch einen braunen körnigen Ring begrenzt.

Fig. 12. Querdurchschnitt der Oberhaut und einiger darunter liegender Collenchymzellen eines halb ausgewachsenen Internodiums von Phytolacca decandra.

Fig. 13. Das Nämliche nach der Behandlung mit concentrirter Salpetersäure und Ammoniak; die äußerste

Schicht der Epidermiszellen iſt gelb geworden, im Uebrigen unverändert; die verdickten Stellen der Collenchymzellen ſind ſtark angeſchwollen, jedoch nicht gelb gefärbt.

Fig. 14. Querdurchſchnitt der Korkſchicht und des Collenchyms von Opuntia brasiliensis, mit Jod und darauf mit Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) behandelt; *a* Korkzellen, *b* Collenchymzellen, worin concentriſche Schichten mehr oder weniger deutlich ſichtbar ſind.

Fig. 15. Querdurchſchnitt einiger Baſtfaſerzellen, mit Jod und Schwefelſäure behandelt, aus einem ausgewachſenen Internodium von Asclepias syriaca; ſie werden durch und durch blau, ſo daß weder nach Außen, noch nach Innen eine anders gefärbte Schicht wahrzunehmen iſt; während des Anſchwellens zeigen ſich concentriſche Ringe.

Fig. 16. Querdurchſchnitt der äußeren Holzſchicht von Pinus sylvestris mit Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) behandelt; *a* Cambiumzellen, *b* ausgebildete Holzzellen.

Fig. 17. Querdurchſchnitt der Holzzellen von Pinus sylvestris, nachdem ſie 48 Stunden lang mit concentrirter Salzſäure behandelt geweſen ſind.

Fig. 18. Die in Fig. 16 abgebildeten Zellen einige Zeit ſpäter, nachdem in Folge ſtarker Anſchwellung der inneren Schicht die äußere Schicht der Holzzellen geplatzt iſt; dieſe bildet an manchen Stellen (*a*) eine zuſammenhängende Membran.

Fig. 19. Längsdurchſchnitt des Holzes von Taxus baccata, mit Jod und Schwefelſäure (4 Th. auf 1 Th. Waſſer) behandelt. In den jüngeren Holzzellen, wo die Färbung der innerſten, die Spirale enthaltenden Lage ſehr ſtark iſt (*a*), iſt dieſe letzte,

wahrscheinlich in Folge der stärkeren Anschwellung, verschwunden. Die mit schrägen spaltenförmigen Poren versehenen Punkte sind dagegen noch sichtbar und unverändert; diese befinden sich also in der äußersten Schicht, welche von Schwefelsäure nicht angegriffen wird.

Fig. 20. Holzzellen von Pinus larix auf einem radialen Längsschnitte gesehen, wo man die Punkte von oben betrachtet, mit Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) behandelt.

Fig. 21. Dieselben auf dem tangentialen Durchschnitte mit den der Länge nach durchschnittenen Punkten, welche in der äußersten nicht angeschwollenen Schicht enthalten sind.

Fig. 22. Querdurchschnitt des Holzes eines einjährigen Zweiges von Tilia parvifolia mit Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) befeuchtet. Die innere Schicht der Holzzellen erscheint stark angeschwollen und blaugrün, die äußere ist nicht geschwollen und braungelb; *aa* Markstrahlen, *bb* durchschnittene Gefäßzellen, deren äußere die Punkte enthaltende Wand braun bleibt; während der die Spirale umschließende Theil grünlichblau wird.

Fig. 23. Längsdurchschnitt des nämlichen auf dieselbe Weise behandelten Holzes; *aa* Holzzellen, *b* Gefäßzelle mit einer verwachsenen Spiralfaser, *c* zwei an einander grenzende punktirte Spiralgefäßzellen; die Wand, welche die beiden Gefäßzellen vereinigt, ist der Länge nach gespalten, wodurch die in der äußeren Schicht enthaltenen durchschnittenen punktirten Stellen zum Vorschein kommen; *d* Spiralgefäß, welches der Markhülle angehört; die Wand ist ziemlich dick und braungelb, die Spirale bläulichgrün gefärbt.

Fig. 24. Längsdurchschnitt des Holzes und Markes eines ausgebildeten Internodiums von Tilia parvifolia, nach 48stündiger Behandlung mit Salzsäure; *aa* Holzzellen, *b* Spiralgefäß, von unten abgerollt, bei dem auch die Spiralfaser gefärbt erscheint, *c* Markzellen; einige haben einen zusammengezogenen, violett gefärbten Inhalt (utriculus internus).

Fig. 25. Querdurchschnittene Holzzellen derselben Pflanze, mit Jod und Schwefelsäure (4 Th. auf 1 Th. Wasser) behandelt. Die innerste Schicht schwillt augenblicklich sehr stark an, während sie sich lebhaft blau färbt, und sprengt die äußere Schicht.

Fig. 26. Markzellen eines zweijährigen Zweiges derselben Pflanze, auf gleiche Weise behandelt. Die äußerste Membran bleibt braungelb gefärbt; die innerste wird blau; indem letztere durch die braune Außenwand hindurchscheint, so erscheinen die Zellen grün.

Fig. 27. Querdurchschnitt des Parenchyms aus einem jungen Blattstiele von Cycas revoluta, mit Jod und Schwefelsäure (4—1) behandelt. Die Wände sind stark geschwollen und zeigen abwechselnd dünnere und dickere Stellen; auf der Grenzfläche zweier Zellen befindet sich ein hellerer weißlicher Streifen; da wo man die äußere und innere Wand weggeschnitten hat, sieht man einen braungelb gefärbten, unregelmäßig geformten innern Ring (utriculus internus). *aa* sind zwei Zellen, wovon bloß die äußere Wand abgesondert ist, und wo man in dem übriggebliebenen Theile der Wand kleine Oeffnungen wahrnimmt; *b* eine der im Parenchym zerstreut liegenden Baſtfasern, worin drei Schichten und nach dem Anschwellen concentrische Ringe sichtbar werden.

Fig. 28. Längsdurchschnitt der dickwandigen Parenchymzel-

len, nahe bei den Gefäßbündeln in einem älteren Blattstiele derselben Pflanze. Die äußerste Schicht bleibt dunkelbraun gefärbt, die innere schimmert mit grüner Farbe hindurch, außer an den Stellen, wo sich Oeffnungen befinden, durch welche die Innenfläche der gegenüberliegenden Wand hellblau gefärbt erscheint; bei *aa* ist diese untere Wand getrennt, und man sieht durch die Oeffnungen hindurch.

Fig. 29. Die nämlichen Zellen nach 48stündiger Behandlung mit Salzsäure.

Fig. 30. Längsdurchschnitt sehr junger Holzzellen von Clematis vitalba mit Jod und Schwefelsäure (4—1) behandelt, wo die spaltenförmigen Poren sichtbar sind.

Fig. 31. Querdurchschnitte der kurzen Holzzellen eines ausgewachsenen Internodiums von einem einjährigen Zweige derselben Pflanze. Die äußere, scharf begrenzte Schicht bleibt gelbbraun, die innere ist stark geschwollen und in der Nähe der äußeren Schicht weiß, nach der Mitte zu blau; diese Schicht ist durch einen bräunlichen Ring von ungleicher Dicke begrenzt.

Fig. 32. Längsdurchschnitt derselben Holzzellen, nur mit Wasser befeuchtet.

Fig. 33. Dieselben mit Jod gefärbt und darauf mit Schwefelsäure befeuchtet (4—1); die kleinen Canäle erscheinen weiß.

Fig. 34. Dieselben einige Zeit später; die Canäle sind nicht mehr sichtbar; die Wände laufen in kleinen Windungen.

Fig. 35. Dickwandige kurze Holzzellen aus einem zweijährigen Zweige von Clematis vitalba, welcher quer durchschnitten ist. Concentrische Ringe sind deutlich wahrzunehmen; bei *aa* ist die mit Punkten

versehene Querwand der Zelle unversehrt geblieben.

Fig. 36. Dieselben Zellen mit Jod und Schwefelsäure (4—1) behandelt. Die äußerste Schicht ist dunkelbraun gefärbt; in dem angeschwollenen Theile zeigen sich dieselben Ringe, wie in Fig. 35, nur mehr von einander getrennt; nahe bei der Oeffnung der Zelle ist die Farbe dunkel blaugrün; die äußersten Ringe sind gelb gefärbt. Im Anfang der Anschwellung nimmt man noch Spuren der kleinen Canäle wahr (*a*), später (*b*) sind dieselben ganz verschwunden; auch schwellen viele Zellen so stark an, daß die Oeffnung ganz erfüllt wird (*b*); man nimmt darin keine, die Oeffnung begrenzende, innere Membran wahr.

Fig. 37. Holzzellen der nämlichen Pflanze, der Länge nach durchschnitten, nach 48stündiger Behandlung mit Salzsäure.

Fig. 38. Querdurchschnitt eines Bündels Bastfaserzellen in einem der innersten Blätter aus der Blattkrone einer sehr jungen Pflanze von Agave americana, welches 24 Stunden lang mit Jod und Schwefelsäure behandelt ist. Der Inhalt erscheint dunkelbraun; die Wände sind geschwollen und gleichmäßig blau gefärbt, gleich wie die der Parenchymzellen.

Fig. 39. Querdurchschnitt eines Bastbündels aus einem etwas älteren mehr in dem äußeren Theile der Blattkrone liegenden Blatte derselben Pflanze, ebenfalls nach 24stündiger Einwirkung jener Agentien. Die Wände der jungen Bastzellen erscheinen scharf begrenzt und braun.

Fig. 40. Querdurchschnitt einer Gruppe Bastfasern von Agave americana, aus einem ausgewachsenen Blatte.

A. Durch Jodtinktur braun gefärbt.

B. Dieselben in verdünnter Schwefelsäure, welche man dar-

auf mit concentrirter Schwefelsäure versetzt; die Wände schwellen nach allen Seiten hin stark an; ihr mittlerer Theil wird blau, die äußerste Hülle der Zelle und die die Oeffnung begrenzende Linie bleiben braun; während der Anschwellung werden concentrische Ringe sichtbar.

C. Dieselben einige Minuten später; die Oeffnung ist ganz verschwunden, die blaue Farbe geht nach und nach (*aa*) in Braun über, und endlich ist die ganze Zelle braun geworden.

D. Dieselben noch einige Minuten später; die innere Masse verschwindet allmählig ganz, mit alleiniger Hinterlassung der dunkelbraun gefärbten äußersten Membranen der Zellen; in einigen wenigen, *aaa*, sind noch Spuren der innersten Schichten übriggeblieben; durch erneuerten Zusatz von concentrirter Schwefelsäure erleiden die Ueberreste der Zellen keine weitere Veränderung.

Fig. 41. Durchschnittene dickwandige Markzellen aus einem alten Zweige von Hoya carnosa, sogleich nachdem sie mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet sind.

Fig. 42. Dieselben einige Minuten später; *a* stark angeschwollen, *b* Theil einer Zelle; die kleinen Canäle verschwinden nach und nach, ohne Spuren einer sie bekleidenden Membran zurückzulassen.

Fig. 43. Längsdurchschnitt der punktirten Gefäße von Clematis vitalba, mit Jod und Schwefelsäure (4—1) behandelt; *a* ist eins der größeren punktirten Gefäße, welches der Länge nach gespalten ist, so daß bei *b* die durchschnittenen Punkte sichtbar sind, die in der braun gebliebenen äußeren Wandschicht liegen; bei *d* befindet sich eine der Querwände, welche ursprünglich die Gefäßzellen begrenzten; bei *c* stehen kleine punktirte Gefäße mit schiefen Grundflächen auf einander.

Fig. 44. Längsdurchſchnitt des Holzes eines der älteſten Internodien eines einjährigen Zweiges von Vitis vinifera, mit Jodtinktur und Schwefelſäure behandelt; *aa* Holzzellen, deren innerer Theil ſtark angeſchwollen iſt, ſo daß die Punkte verſchwunden ſind; *b* Theil eines punktirten Gefäßes mit durchlöcherten Punkten; *c* ein geſtreiftes Gefäß.

Fig. 45. Spiralfaſern eines ausgewachſenen Blattes von Agave americana im natürlichen Zuſtande, bloß mit Waſſer befeuchtet.

Fig. 46. Dieſelben Spiralfaſern, nachdem ſie eine Zeitlang in mäßig verdünnter Schwefelſäure gelegen haben.

Fig. 47. Dieſelben einige Zeit ſpäter; die Faſern ſind mit Hinterlaſſung unregelmäßiger runder Kügelchen vollſtändig verſchwunden. Bei Anwendung concentrirter Säure löſen ſich die Faſern ſogleich auf und hinterlaſſen dieſelben Körperchen.

Fig. 48. Dieſelben Spiralfaſern in concentrirter Kalilöſung; ſie ſind ſtark angeſchwollen, und der Rand iſt gekerbt.

Fig. 49. Dieſelben Faſern in concentrirter Salpeterſäure, welche hernach mit Ammoniak neutraliſirt iſt. Die Faſern ſind gleichmäßig angeſchwollen und nach der Einwirkung von Ammoniak gelb gefärbt.

Fig. 50. Spiralfaſern einer ſehr jungen Pflanze von Agave americana, nachdem ſie mit Jod und Schwefelſäure (4—1) behandelt ſind.

Fig. 51. Spiralfaſern eines ausgebildeten Blattes auf gleiche Weiſe behandelt.

Fig. 52. Durch Jod und Schwefelſäure anfänglich grün gefärbte Spiralfaſern, welche nach Verlauf von ein paar Stunden braunroth geworden ſind.

Fig. 53. Querdurchſchnitt der Spiralzellen von Mammillaria pusilla, nachdem ſie zuerſt mit concentrirter Sal-

peterſäure und darauf mit Ammoniak behandelt ſind.

Fig. 54. Dieſelben auf dem Längsſchnitt betrachtet; die Spirale iſt gelb, die Zellenmembran ungefärbt.

Fig. 55. Dieſelben Spiralzellen, welche zuerſt mit Jodtinktur getränkt ſind, in Schwefelſäure (4—1) gebracht.

Fig. 56. Spiralfaſer aus jenen Zellen, nachdem durch Einwirkung der Schwefelſäure die Zellenmembran zerſtört und die Farbe der Faſer von Braun in Grün übergegangen iſt.

Fig. 57. Einige derſelben Faſern, auf dem Querſchnitt geſehen.

Fig. 58. Dieſelben Faſern einige Minuten ſpäter; die grüne Farbe iſt verſchwunden und in ein Braunroth übergegangen, welches von dem durch bloße Färbung mit Jod hervorgebrachten Braun verſchieden iſt.

Fig. 59. Ein Theil einer Spiralzelle aus dem Holzkörper von Mammillaria prolifera, 24 Stunden lang mit concentrirter Salzſäure behandelt.

Fig. 60. Längsſchnitt des Ringzellengewebes von Opuntia microdasys, mit Jod und Schwefelſäure (4—1) behandelt. Die äußerſte Membran der Ringzellen und die des in der Mitte liegenden Spiralgefäßes ſind blau, die Ringe und die Spiralfaſer braun gefärbt; da wo die untere Wand der Ringzellen abgelöſ't iſt (*aa*), ſieht man ſehr kleine Oeffnungen in der Wand, welche weiß erſcheinen; bei *b* iſt der Uebergang der Spiralfaſer in einen Ring abgebildet.

Fig. 61. Dieſelben Ringe der Quere nach durchſchnitten, in concentrirter Schwefelſäure. Sie ſind unregelmäßig angeſchwollen, und die Oeffnung wird um ſo kleiner, je länger die Einwirkung dauert; ſie iſt in *a* ganz verſchwunden, und der Ring iſt äußerſt dünn und durchſcheinend geworden.

Fig. 62. Dieſelben ſchon mit Schwefelſäure behandelten Ringe, auf Zuſatz von Jodtinktur; der äußerſte Rand wird dunkler gefärbt als das Uebrige; in manchen zeigen ſich concentriſche Ringe.

Fig. 63. Einer der nämlichen Ringe, mit concentrirter Salpeterſäure und darauf mit Ammoniak behandelt.

Fig. 64. Einer derſelben Ringe, mit Jod erſt braun gefärbt und darauf mit verdünnter Schwefelſäure behandelt, der man langſam concentrirte Säure hinzufügt.

Fig. 65. Querdurchſchnitt der verlängerten Zellen an dem Ende des Gefäßbündels von Opuntia brasiliensis, mit Jod und Schwefelſäure (4 — 1) behandelt, wobei die Ringe der in der Mitte derſelben befindlichen Ringzellen braun gefärbt bleiben.

Fig. 66. Ein Theil eines Vas laticis in der Mitte des Rindenparenchyms von Euphorbia Caput Medusae, da wo es ſich in zwei Zweige theilt; *aaa* Verbindungspunkte der Zellen.

Fig. 67. Ein Theil des vorhergehenden, mit Jodtinktur und Schwefelſäure (4 — 1) behandelt; *a* das Milchſaftgefäß, dunkelblau gefärbt und mit einer ſehr dünnen braunen Schicht, *bb*, umgeben, welche ein wenig rauh iſt; *cc* Zellen, deren obere und untere Wand abgelöſ't iſt, ſo daß die Poren ſichtbar ſind.

Fig. 68. Querdurchſchnitt deſſelben Gefäßes. Das Milchſaftgefäß iſt nach Innen ſo ſtark angeſchwollen, daß von dem innern Raume keine Spur mehr zu bemerken iſt. Die Anſchwellung nach Außen wird durch das umſchließende, braun gefärbte dünne Häutchen verhindert; die blaue Färbung iſt in der Mitte am ſtärkſten und nimmt in der Nähe der umgebenden Membran ſehr ab. Der

Durchschnitt des Milchsaftgefäßes liegt scheibenförmig in der Mitte der umschließenden Zellen, deren Wände sich ausgedehnt haben. In Folge dieser Ausdehnung hat sich die Oeffnung, wodurch das Milchgefäß eintritt, erweitert, so daß man zwischen diesen und den Wänden der Zellen einen offenen Raum wahrnimmt. Ueberall, wo die Wand einfach ist, sieht man zahlreiche kleine Oeffnungen. In einer Zelle, deren Durchmesser etwa 0,037 Mm. betrug, belief. sich die Zahl der Oeffnungen auf 45 bis 50.

Fig. 69. Querdurchschnitt des noch weiß gefärbten Theils eines sehr jungen Blattes von Agave americana, an der Stelle, wo die Blätter noch vereinigt sind, mit Jodtinktur und Schwefelsäure (4—1) behandelt. Die Cuticula hat sich abgelöst und bleibt braun gefärbt; die Wände der Epidermiszellen sind blau, ihr Inhalt braun; die Wände der Parenchymzellen sind stark angeschwollen und gleichmäßig blau gefärbt, der Inhalt ist braun. Bei hundertmaliger Vergrößerung.

Fig. 70. Ein kleiner Theil desselben Blattes mit der Epidermis und der abgelösten Cuticula, bei dreihundertmaliger Vergrößerung.

Fig. 71. Cuticula des noch weißen Theils eines jungen Blattes von Agave americana mit Schwefelsäure losgeweicht.

Fig. 72. Querdurchschnitt der Oberhaut eines ausgewachsenen Blattes von Agave americana mit Jodtinktur und Schwefelsäure behandelt. Der verdickte Theil der Zellen (Cuticula) bleibt unverändert, auch wenn er sehr lange mit concentrirter Schwefelsäure behandelt war; der dünnwandige Theil dagegen wird nach der Einwirkung

von Schwefelsäure augenblicklich veilchenblau, wie die Parenchymzellen. Bei *aa* geht der Schnitt gerade durch die Achse der Zellen und der kegelförmigen Höhlungen; bei *b* ist die Scheibe dicker, der Schnitt geht längs der Außenwand der Zelle. Die dunklere Färbung der oberen Wand und des verdickten Theils der Seitenwände wird allein durch die größere Dicke an jener Stelle verursacht.

Fig. 73. Querdurchschnitt der äußeren Schicht eines jungen Blattstiels von Cycas revoluta, dicht an der Basis, mit Jodtinktur und Schwefelsäure (4—1) behandelt; *a* grünlich gelb gefärbte dünne äußere Schicht, welche nur an einer einzigen Stelle erscheint und übrigens fehlt; *b* Epidermiszellen, deren äußerste Schicht (Cuticula) rund herum (auch unten, wo sie an die dickwandigen Bastzellen grenzen) braungelb gefärbt bleibt; die inwendige blaue Schicht scheint mit grüner Farbe hindurch; *c* eine Lage Bastzellen, welche aus drei Schichten einer braunen, bleifarbig blauen und braungelben Schicht bestehen.

Fig. 74. Querdurchschnitt der Oberhaut und äußersten Parenchymzellen eines Blattes von Phormium tenax, dicht an der Basis, mit Jod und Schwefelsäure (4—1) behandelt. Die Parenchymzellen werden durch und durch blau, die äußere verdickte Schicht der Epidermiszellen (Cuticula) bleibt gelb gefärbt, ebenfalls deren Fortsetzung, welche die blau gewordene Oberhautzelle köcherförmig umgiebt. An vielen Stellen sieht man die Oberhautszellen grün gefärbt, *aa*, wo die innere blaue Membran durch die gelbbraune äußere Hülle hindurchscheint.

Fig. 75. Cuticula von Opuntia microdasys, durch Jod gefärbt und durch Behandlung mit Schwefelsäure (4—1) von den Epidermiszellen abgelöst, wobei die dickwandigen Haare auf derselben befestigt bleiben.

Fig. 76. Hornartiges Albumen von Alstroemeria aurea aus einem Samenkorn, welches noch nicht zur Hälfte die Größe eines ausgewachsenen Kornes hat. Die Wände sind gleichmäßig dick; man sieht keine Spur von kleinen Canälen; alle Zellen sind mit einer feinen körnigen Substanz gefüllt.

Fig. 77. Dasselbe von einem etwas älteren Samenkorn. Die Wände sind dicker geworden, und die Canäle münden mit weiten Oeffnungen in den innern Zellenraum; *a* Zelle mit einer feinkörnigen, in Aether unauflöslichen, weißen Substanz gefüllt, *b* Zelle, deren untere Wand fehlt, so daß die Oeffnungen der Canäle sichtbar sind.

Fig. 78. Dasselbe von einem noch nicht ganz ausgewachsenen Samenkorn mit weiß gefärbtem Albumen; *a* und *b* bezeichnen das Nämliche, wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 79. Dasselbe von einem ausgewachsenen und schon vertrockneten Samenkorn, wo das Albumen braun gefärbt war; *aa* Zellen mit Fettkügelchen gefüllt, *b* Zelle, woran sich noch die untere Wand befindet. Dies und das Vorige sind mit Jodtinktur gefärbt.

Fig. 80. Das Vorige mit Jod gefärbt und nachher in Schwefelsäure (4—1) gelegt, worin es sich nach und nach auflöst, ohne daß eine Anschwellung bemerkbar ist.

Fig. 81. Durchschnitt des Albumens aus dem Samen von Iris cruciata, bloß mit Wasser befeuchtet;

die Zellenwände erscheinen so vollkommen homogen, daß keine Spur von Grenzlinien zwischen den Zellen wahrzunehmen ist; auch nach der Färbung mit Jod zeigen sich dieselben nicht.

Fig. 82. Derselbe Durchschnitt mit Jod gefärbt und darauf mit Schwefelsäure (4—1) befeuchtet. Die Farbe wird braunroth, viel dunkler, als nach Zusatz von Jod allein, und zu gleicher Zeit gewahrt man scharf gezeichnete Linien, welche die regelmäßig sechseckigen Zellen begrenzen. Nach einiger Zeit entstehen auf den Grenzen der Zellen hellere Zwischenräume, *aaa*, in Folge der Trennung der Zellenwände; von einer Auflösung oder blauen Färbung ist selbst nach 24 Stunden nichts zu bemerken.

Fig. 83. Dieselbe Schnittfläche mit Jod und hernach mit concentrirter Schwefelsäure behandelt. Die ganze Zellenwand wird augenblicklich hellblau, aber zu gleicher Zeit von der Säure angegriffen und aufgelöst, so daß nach einiger Zeit keine Spur mehr davon, noch von der blauen Färbung übrig geblieben ist.

Fig. 84. Durchschnitt des Albumens von Phytelephas macrocarpa, bloß mit Wasser befeuchtet. Von Linien, welche die einzelnen Zellen begrenzen, ist keine Spur wahrzunehmen.

Fig. 85. Dieselbe Schnittfläche mit Jod und Schwefelsäure (4—1) behandelt. Augenblicklich kommen die durch helle weiße Stellen begrenzten regelmäßig sechseckigen Zellen zum Vorschein, deren dicke Wände blau gefärbt werden. Diese schwellen hierbei ein wenig an, so daß die Oeffnung beinahe, und die keinen Canäle ganz verschwinden.

Allgemeine

physiologische Chemie.

Verſuch

einer allgemeinen

phyſiologiſchen Chemie,

von

G. J. Mulder,
Profeſſor an der Univerſität zu Utrecht.

Mit

eigenen Zuſätzen des Verfaſſers

für

dieſe deutſche Ausgabe ſeines Werkes.

Mit 8 colorirten und 12 ſchwarzen Kupfertafeln.

Zweite Hälfte.

Braunſchweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844—51.

Thierische Gewebe.

Wir haben im Anfange dieses Abschnittes, wo ich die verschiedenen Ansichten der Naturforscher über die Bildung der Gewebe mittheilte, gesehen, daß die Meinungen hinsichtlich der Zellenbildung noch sehr getheilt sind. Während Einige behaupten, daß alles Organische ursprünglich aus Zellen hervorgehe, wird dies von Andern wieder in Abrede gestellt, und während die Einen die Kerne als die zellenerzeugenden Körper betrachten, sind Andere der Meinung, daß der Kern etwa wie ein Amylum- oder Chlorophyllkörnchen nur zu dem Inhalte der Zelle gehöre. Diese Meinungsverschiedenheit hat übrigens ihren Grund wohl mehr in dem zu bearbeitenden Gegenstande selbst, als in fehlerhaften Beobachtungen. So schwer es oft ist, in den Pflanzenzellen die Kerne nachzuweisen, so selten fehlen sie in den animalischen Zellen, und während die Zellenform in dem Pflanzenreiche allgemein die ursprüngliche ist, so entwickeln sich doch manche thierische Gewebe aus etwas Anderem als aus Zellen.

Die kräftigen Vertreter der Zellentheorie haben gleichwohl die Entwickelung auch derjenigen Organe, bei denen die Zellen selbst von Anfange an gänzlich fehlen, eine celluläre genannt. Die kleinen Theilchen, welche man in solchen in der Entstehung begriffenen Geweben wahrnimmt, nennen sie Kerne, und da sie in diesen Kernen selbst Bläschen mit Kernkörperchen erblicken,

so ist ein Gewebe, welches sich daraus entwickelt, nach ihrer Ansicht aus Zellen entstanden. Die Zelle kommt hier nur nicht zur Entwickelung, aber ihr wesentlicher Bestandtheil, der Kern, ist doch vorhanden, und aus dem Kerne bildet sich anstatt eines Bläschens eine Primitivfaser.

Man sieht, daß es sich hier um einen Wortstreit handelt. Bei so kleinen Körpern wie die Zellenkerne, läßt sich nicht mehr mit Bestimmtheit entscheiden, ob die Kerne wirklich hohle Bläschen sind; wir sehen kleine runde Körperchen, über deren Natur die Beobachtungen noch weiter kein Licht verbreitet haben.

Nimmt man hinzu, daß bei der Entwickelung vieler thierischer Gewebe zu Anfang nichts Anderes als solche Kerne wahrgenommen wird, und daß dasjenige, was daraus gebildet wird, ohne deutlich erkennbare Zelle zu Stande kommt, so ergiebt sich, daß die animalischen Gewebe weit entfernt sind, die allgemeine Gültigkeit derjenigen Gesetze zu bethätigen, nach denen wir die Pflanzengewebe sich bilden sehen, daß vielmehr bei der Entwickelung der verschiedenen Gewebe vom Beginn bis zur Vollendung derselben die größte Mannigfaltigkeit herrscht. Auch die Beschaffenheit der Organe der Thierwelt weicht wesentlich von der der Pflanzenorgane ab; die Stoffe, woraus sie bestehen, sind unter sich sehr verschieden, und in Folge dieser Verschiedenheiten zeigt sich in den thierischen Geweben eine Reihe von eigenen Entwickelungszuständen, welche durch die Zellentheorie nicht vollkommen erklärt werden können.

Sogar in demselben thierischen Gewebe findet man bei dessen Entstehung nicht immer bloß eine eigenthümliche Entwickelungsart, sondern oft mehrere zugleich: Zellenbildung mit und ohne Kerne, Erzeugung anderer Elementartheile ohne vorangegangene Zellenbildung.

Es entstehen im Thierreiche keine Zellen ohne die Substanz, welche das Material dazu liefert. Sie führt den Namen Cytoblastem; bei den Pflanzen entspricht ihr die Substanz, welche Mirbel Cambium nannte.

Dieser Keimstoff bei den Thieren ist bald eine vollkommen helle, durchsichtige Flüssigkeit, bald mit kleinen Körnchen gemengt, welche vor der Zellenbildung aufgelöst, oder während derselben von der Zellenwand aufgenommen werden und dieselbe verdicken. Jener Keimstoff wird zur Bildung der Zellen oder anderer ursprünglicher Theile im Verlaufe ihrer Entwickelung ganz oder nur zum Theil verbraucht und nimmt im letztern Falle verschiedene Formen an, indem er bald eine körnige, zwischen den Zellen zurückbleibende feste Masse, bald eine scheinbar homogene Materie bildet, welche die Zellen von einander gesondert hält und gleichzeitig Bindemittel derselben ist.

Wir haben bei Betrachtung der Pflanzenzellen (S. 419) gesehen, daß die ersten Zellenmembranen von den später auf ihnen abgelagerten Schichten in ihrer Form und Beschaffenheit bedeutend abweichen, so daß eine alte Zelle zum größten Theile aus ganz andern Stoffen besteht, als sie im jugendlichen Zustande enthielt. Die nämlichen Erscheinungen beobachten wir in der Thierwelt. Eine Zellenwand kann auch hier inkrustirt werden; aber, was bei den Pflanzen nicht geschieht, sie kann auch wieder aufgelöst und durch andere Substanzen ersetzt werden, oder sie kann einen so ganz verschiedenen chemischen Charakter annehmen, daß man auf eine wesentliche Veränderung der ursprünglichen Membran schließen muß.

Die Ursache dieser Verschiedenheit ist die im thierischen Körper stattfindende Circulation einer Flüssigkeit. Der Stoffwechsel bei den Pflanzen findet dadurch statt, daß der Nahrungssaft immer in einer Richtung herbeigeführt wird; im thierischen Organismus dagegen strömt, so lange ein Individuum Leben hat, die die nährenden Säfte enthaltende Flüssigkeit in continuirlichem Kreislaufe durch alle seine Theile und macht dadurch eine bei weitem vielseitigere Veränderung in den primären Gebilden möglich, als es bei den Pflanzen der Fall sein kann.

Die ursprüngliche Zellenmembran der thierischen Gewebe

ist wahrscheinlich eine einzige Substanz, oder wenigstens für die sehr verschiedenen Gewebe aus einer Verbindung zweier oder mehrerer, aber stets der nämlichen Stoffe zusammengesetzt. Die Wissenschaft kann gegenwärtig, und annähernd mit einiger Wahrscheinlichkeit, bestimmen, welche jene Substanz sei, oder welches ihre Hauptbestandtheile sind. Wir haben nämlich (S. 313 u. 327) gesehen, daß im Eidotter als Hauptbestandtheil nicht Eiweiß, noch Casein oder Faserstoff, sondern ein Körper enthalten ist, dessen Zusammensetzung durch die Formel: $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12} + O_2$ ausgedrückt werden kann und den wir Proteinbioxyd genannt haben. Mit dieser Substanz, aus welcher sich gleich während des Brütens die ersten Zellen formen, kommt ein fettes Oel gemengt vor; da sich indessen weder in den in Entwickelung begriffenen Zellen, noch in den Geweben ein ähnliches fettes Oel vorfindet, so kann man es in Bezug auf die Zellenbildung im Ei völlig unberücksichtigt lassen. Das Proteinbioxyd ist also der Stoff, woraus bei der Bebrütung des Eies sich die Zellen entwickeln. Nehmen wir hinzu, daß in den thierischen Geweben nirgends Proteinoxyd fehlt, daß bei Entzündungen beide Proteinoxyde in beträchtlicher Menge ausschwitzen und ein starkes Cytoblastema bilden, woraus schnell Pseudomembranen erzeugt werden, so kann dies nur die Gründe für die Annahme verstärken, daß, wenn es im thierischen Körper eine allgemeine ursprüngliche Zellensubstanz giebt, diese Proteinbioxyd ist, eine Substanz, welche unter dem Einflusse von Sauerstoff aus dem Protein entsteht, und die in keinem animalischen Gewebe fehlen darf.

Jenes Proteinbioxyd kann, wie der Eidotter und die Entzündungshaut lehren, zwei Formen annehmen, eine feste und eine flüssige *). Es kann also im flüssigen Zustande für sich ganz allein das Cytoblastema ausmachen, und aus dem anfangs flüssigen Zustande

*) Es ist im entzündeten Blute aufgelöst, oder wenigstens in einem der Auflösung ähnlichen Zustande enthalten und bildet auf der Oberfläche des abgelassenen Blutes eine Flussigkeitsschicht, welche nach und nach fest wird und von nun an im Blutserum und im Wasser unlöslich ist.

durch einfache Veränderung der Form allmälig in den festen übergehn, gleichwie in den Pflanzen Dextrin sich in Cellulose umwandelt.

Aber wenn auch Proteinbioxyd wirklich der Körper ist, woraus sich im Eidotter und bei der Bildung von Pseudomembranen die ersten Zellen entwickeln, so ist doch das allgemeine Vorkommen desselben in allen thierischen Zellen bei ihrer Entstehung noch zweifelhaft und kann nicht eher mit Bestimmtheit ausgesprochen werden, bis es durch fortgesetzte Beobachtungen erwiesen ist; die angeführten Gründe scheinen mir indessen Gewicht genug zu besitzen, um es wenigstens sehr wahrscheinlich zu machen, daß die Zellenwand aus Proteinbioxyd gebildet wird.

Wir können über die Veränderung der Form und Zusammensetzung, welche jene primäre thierische Zellensubstanz in den verschiedenen Geweben erleidet, erst bei der Betrachtung der einzelnen Gewebe selbst reden; aber ich will hier nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß die Umwandlung der die ursprüngliche Zellenwand bildenden Substanz in die sehr verschiedenartigen Elementartheile des Organismus, welche später daraus hervorgehen, auf den ganzen Organismus von größtem Einflusse sein muß. Zwar sind die chemischen Unterschiede nicht bei allen Geweben sehr bedeutend, ungeachtet ihre Formen sehr abweichen; aber sie finden sich doch und sind bei manchen ausgebildeten Geweben so groß, daß uns nach wie vor der Zusammenhang mit der ursprünglichen Membran unbekannt bleibt. Wo wir sie beobachten, muß umgekehrt die Verschiedenheit in der Zusammensetzung nothwendiger Weise genau mit der in den ursprünglichen Geweben stattgehabten Formänderung zusammenhängen.

Die Natur bedarf übrigens, um Formverschiedenheit hervorzubringen, nicht immer einer großen chemischen Aenderung (S. 363). Wir sehen im organischen Reiche äußerst kleine Beimengungen fremder Körper eine scheinbar große Verschie-

denartigkeit zu Wege bringen, und wir müssen überall, selbst da, wo wir bei Verschiedenheit der Formen — wenn dies möglich wäre — eine absolut gleiche Zusammensetzung in der organisirten Natur auffänden, geneigt sein, dieselben Ursachen anzunehmen, welche uns über den Dimorphismus in der unorganischen Natur Aufklärung verschaffen.

Aus dem Obigen erhellt, daß sich in dem thierischen Organismus die Zusammensetzung beständig ändert, so lange der Wechsel der Form fortdauert. Da diese Erneuerung der Form bei der schnellen Reproduction in manchen Geweben während des ganzen Lebens nicht aufhört, so ist natürlich auch der Stoffwechsel in dem Thierkörper weit größer als in der Pflanze. Tausende von Zellen werden täglich in einem gesunden menschlichen Körper gebildet, abgestoßen und ausgesondert, z. B. die Epitheliumzellen der Schleimhäute; Tausende von Primitivfasern wachsen und verschwinden; nirgends ist Ruhe oder Gleichgewicht; nirgends wird die Form unverändert erhalten; nirgends ist die Function eines Moleküls erlahmt; überall im ganzen Organismus keine Stelle, kein Atom zu denken, wo nicht zur Unterhaltung des Stoffwechsels, der an andern Orten stattfindet, mitgewirkt wird. Der Körper ist ein vollkommen harmonisches Ganze, worin Wirkung und Rückwirkung in einem so genauen Zusammenhange stehen, daß der menschliche Verstand ihn niemals überall hin genau wird verfolgen können.

Je schwieriger indessen die Erforschung dieser Gegenstände ist, um so mehr muß sich der Naturforscher anstrengen, und um so belohnender ist das Wenige, was er ergründen kann.

Die Entwickelung der thierischen Gewebe ist uns viel genauer bekannt als die der Pflanzen, besonders was die chemische Zusammensetzung derselben anbelangt. Aus diesem Grunde kann ich diesen Theil auch wissenschaftlicher behandeln, als ich die elementaren Pflanzentheile abgehandelt habe.

Die chemischen Erkennungsmittel der elementaren thierischen Formen sind im Ganzen sehr bezeichnend, so daß wir mit wenigen ausreichen und doch ein genaue Auskunft erlangen können. Indessen läßt sich über jene Reactionen Nichts im Allgemeinen sagen, denn sie sind für die einzelnen Elementartheile verschieden. In ganz jungen sich noch entwickelnden Theilen, namentlich in den Zellenmembranen lassen sich immer Proteinverbindungen deutlich nachweisen.

Als allgemeine Eigenschaft der thierischen Zellenkerne hat man erkannt, daß sie in Essigsäure, Citronensäure und Weinsäure unlöslich sind. Essigsäure löst aber alle Proteinverbindungen auf; und wir erkennen daher aus dieser Reaction, daß der Kern eine andere Substanz ist als die in Essigsäure lösliche primäre Zellenmembran. Mehr wissen wir hierüber leider nicht, aber dies Wenige verdient schon Beachtung; und wenn der Kern der hauptsächlich wirksame Theil der Zelle ist, der Theil, welcher die Zelle bildet, so wird es noch wichtiger, zu erfahren, woraus er besteht, um so mehr noch, als bei manchen Geweben aus den Kernen sich Fasern entwickeln.

Was die Kerne anlangt, welche in den animalischen Geweben keine Zellen, aber andere elementare Formen produciren, so enthält diese Thatsache, welche durch Beobachtungen hinlänglich constatirt zu sein scheint, nichts Außerordentliches. Ein Kern ist eine Gruppe organischer Moleküle, von denen eine bestimmte Thätigkeit ausgeht, eine Thätigkeit nämlich im chemischen Sinne. Jene Gruppe bringt eine chemische Umsetzung der benachbarten aufgelösten Stoffe hervor, bewirkt, daß sie eine feste Form annehmen, und zieht die Theilchen in bestimmten einander entgegengesetzten Richtungen an ihrer Oberfläche an. Auf diese Art entstehen Henle's Kernfasern, auf die nämliche Weise kann aber auch eine jede andere vom Kernfaserstoff (elastisches Gewebe) verschiedene Faser entstehen, sobald der Kern, oder die ursprüngliche Gruppe anderer Art ist.

Verschiedenartige Kerne können so aus der nämlichen Flüssigkeit (Ernährungsflüssigkeit, Cytoblastema) verschiedene Producte erzeugen. Es ist daher, weil die Producte, welche aus derselben Ernährungsflüssigkeit durch Aneinanderreihung der Theilchen durch Kerne gebildet werden, so mannigfaltig sind, nicht wahrscheinlich, daß alle Kerne aus ein und derselben Substanz bestehen *).

Alles, was von den Kernen als Erzeugern der Fasern gesagt ist, kommt also darauf hinaus, daß zuerst eine Gruppe fester Moleküle abgeschieden wird, und daß diese Gruppe die Absonderung fester Theile aus der umgebenden Flüssigkeit bestimmt. Diese Wirkung geht den Beobachtungen zu Folge von zwei einander gegenüberliegenden Seiten der festen Gruppe aus.

Die Entstehung organischer Fasern hat, aus obigem Gesichtspunkte betrachtet, eine gewisse, wenn auch nur unvollkommene, Aehnlichkeit mit der Abscheidung krystallinischer Stoffe durch Moleküle fester Körper, welche man in eine concentrirte Salzlösung bringt. —

Was ferner die Entwickelung der elementaren thierischen Formen im Allgemeinen betrifft, so ist dieser Punkt für die Erforschung einer der schwierigsten, die es giebt. Wir haben (S. 369) schon im Allgemeinen über die Bildung der Zellen aus Kernen, oder auf andere Weise, gesprochen. Dieser Gegenstand bedarf daher für unsern Zweck keiner weitern Erörterung. Die Entstehung der Fasern, so mannigfaltig in dem thierischen Organismus, läßt sich vielleicht unter dem so eben gegebenen Gesichtspunkte auffassen. Die Entwickelung von Kanälen und Röhren in dem Thierkörper geschieht ohne Zwei-

*) In wiefern Gewebe, welche urspränglich keine regelmäßig geformte Zellen bekommen, ohne Kerne unvollkommen entwickelte Zellen enthalten können, welche in Fasern übergehen, muß durch neue Untersuchungen ausgemacht werden.

sel auf ähnliche Weise wie bei den Pflanzen (S. 443). Und was endlich die Vereinigung und Gruppirung der drei Hauptelementarformen, der Zellen, Fasern und Kanäle zu zusammengesetzten Organen betrifft, so liegt die Betrachtung dieses Gegenstandes, wenigstens so weit er bis jetzt erforscht ist, so sehr außerhalb der Grenzen einer physiologischen Chemie, daß es zweckmäßig erscheinen muß, denselben hier zu übergehen, um so mehr, da ich ihn durch eigene Beobachtungen nicht weiter habe aufklären können.

Ich habe bei der Untersuchung der nachfolgenden thierischen Gewebe mehr im Auge gehabt, sie in Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung der Elementartheile zu behandeln, als eine ausführliche Beschreibung der Elementarformen selbst zu geben. Ich habe dabei andere Werke wohl zu Rathe gezogen, aber nicht abgeschrieben, und verweise daher den Leser vielmehr auf Henle*), Valentin**), Krause ***), Todd und Bowman †) und andere Schriften, wo man eine unschätzbare Menge von Thatsachen über jenen Gegenstand aufgezeichnet findet.

Der genaue Zusammenhang zwischen den Elementarformen und der chemischen Zusammensetzung der Bestandtheile des organischen Reichs, der immer deutlicher sich offenbart, machte eine besondere mikroskopische Untersuchung jener Theile nothwendig. Ich habe mich hierbei der Unterstützung meines Freundes, des Dr. Donders, Lehrer an der Königl. Schule für Militärärzte, zu erfreuen gehabt, welcher die Güte hatte, die wichtigsten Gewebe mit mir zu untersuchen, und dessen Scharfsinne der Leser das Gute zuschreiben mag, welches die folgenden Untersuchungen enthalten mögen.

---

*) Allgemeine Anatomie, S. 220 ff., Leipzig, 1841.

**) In Wagner's Handwörterbuch, I. S. 618.

***) Handbuch der menschlichen Anatomie, Hannover, 1843.

†) The Physiological Anatomy and Physiology of man, London 1843.

Horngewebe.

Eine Menge verschiedener Theile des thierischen Organismus zeigen in dem elementaren Bau große Uebereinstimmung mit den nicht abfallenden Hörnern der wiederkäuenden Thiere; man hat sie deshalb Horngewebe genannt. Im jugendlichen Alter bestehen sie alle aus Zellen mit deutlich unterscheidbaren Kernen; bei späterer Entwickelung der Gewebe geht die zellige Form ganz oder theilweise verloren, und das Gewebe tritt dann meist unter einer neuen Gestalt auf.

Jene Verschiedenheit ist übrigens nur scheinbar. Denn durch Pressung der Zellen und in Folge des Austrocknens ihres flüssigen Inhaltes entstehen in der Regel auf mancherlei Weise unter einander verbundene Plättchen, welche durch Eintritt von Flüssigkeiten, die im Stande sind, die alte Zellenwand zu durchdringen, fast immer wieder die reine Zellenform annehmen können.

Das Wesentliche der Lehre von den Horngeweben läßt sich daher schon jetzt sehr kurz zusammenfassen. Sie bestehen aus Zellen, welche von Anfang an keine andere Veränderung erlitten, als daß sie ihre Kerne und den flüssigen Inhalt verloren, und daß sie durch Druck oder Ausdehnung die Form von Plättchen oder Fasern angenommen haben, welche sich unter dem Einflusse gewisser chemischer Agentien wieder in Zellen umformen lassen.

Was die chemische Natur jener Gewebe anlangt, so ist viel Grund für die Annahme einer einfachen in den meisten derselben enthaltenen Grundsubstanz vorhanden, einer Substanz, woraus die Zellenwand entweder ganz besteht, oder welche wenigstens den Hauptbestandtheil derselben ausmacht. Dafür spricht namentlich das Verhalten der meisten Horngewebe gegen chemische Agentien. Aber es finden sich demungeachtet

noch Verschiedenheiten, welche aus zweierlei Ursachen entspringen können.

Das Cytoblastema scheint nicht für alle Horngewebe dasselbe zu sein; denn bei der Bildung sehr gleichartiger Zellenmembranen bleibt in verschiedenen Geweben ein besonderer Bestandtheil des Cytoblastemas übrig, welcher sich theils als Bindemittel zwischen die Zellen legt, theils von der Zelle selbst eingeschlossen wird.

Der Luft ausgesetzt, trocknen die meisten Horngewebe aus, und die plattgedrückten und in ihrer Form veränderten Zellen besitzen dann einen trocknen Inhalt, der auf die chemische Zusammensetzung von Einfluß ist und kleine Abweichungen in derselben veranlaßt, wovon die Chemie noch nicht völlige Rechenschaft geben kann.

Was das Bindemittel betrifft, so addirt sich auch dessen Einfluß zu dem des getrockneten Inhaltes hinzu, um die chemische Natur der Horngewebe bei vielleicht absoluter Gleichheit der Zellenwände in einigen derselben zu verändern.

Wir werden indeß später sehen, daß die Zellenwände nicht in allen Geweben dieselben Stoffe enthalten, aber diese nähern sich doch einander so, daß man sie sicher in den meisten Fällen für nicht wesentlich verschieden ansehen darf, das einfache und theilweise auch das zusammengesetzte plattförmige Epithelium allein ausgenommen.

Epithelium.

Die Haut, die serösen Membranen, die Schleimhäute, die innere Oberfläche der Blut- und Milchgefäße (weivaten) sind mit einem Gewebe bedeckt, welches man Epithelium nennt, und welches aus isolirten, meistens Kerne enthaltenden Zellen besteht. Diese obere Haut löst sich nach Auflegen von blasenziehenden Pflastern, durch Berührung mit heißen Gegenständen, oder nach dem Tode in Folge der Verwesung in

großen Platten ab. Sie verweſt viel langſamer als die Haut und gleicht hierin dem Horn und den Haaren; ſie iſt, wie das Epithelium der übrigen Häute, frei von Gefäßen und Nerven.

Das Epithelium entſteht aus Stoffen, welche von der Oberfläche der Organe, die damit bedeckt werden ſollen, abgeſchieden werden. Eine aus denſelben abgeſonderte Flüſſigkeit organiſirt ſich und bildet entweder eine einfache Schicht von Zellen, welche permanent zu ſein ſcheint, wie auf den ſeröſen Häuten, in den Blutgefäßen und an andern Stellen; oder es erzeugen ſich mehrere Lagen aufeinandergepackter, zuſammengedrückter Zellen, deren äußerſte ſich abnutzen und von unten her durch andere immer wieder erſetzt werden, wie bei der Oberhaut (Fig. 86). Die erſte Art kann man *einfaches*, das zweite *ſchichtenförmiges Epithelium* nennen. Bei letzterem vermehren ſich bisweilen die Zellen, und die Schicht wird immer dicker, wenn durch äußere Urſachen die Abſonderung der Flüſſigkeit zunimmt, welche zur Entſtehung der Zellen verwendet wird (Schwiele); oder die Zellen bildende Flüſſigkeit ſcheidet ſich an einer kleinen Stelle in großer Menge aus, die Maſſe backt zuſammen und wirkt durch äußern Druck wie ein eckiger Körper ſchmerzhaft auf die Haut zurück und durchdringt dieſelbe nach innen zu (Hühneraugen).

Die Zuſammenſetzung des Epitheliums ſowohl wie deſſen Form iſt für verſchiedene Theile, welche davon bedeckt werden, verſchieden. Man findet in ſeinen Zellen nach *Henle* ein oder zwei Kernkörperchen mit dunkler Hülle und außerdem einzelne mehr vertheilte hellere Kerne. Erſtere ſind in Eſſigſäure, Ammoniak und kohlenſaurem Ammoniak unauflöslich, in Kali und kohlenſaurem Kali löslich. Die Zellen ſelbſt ſind hell und entweder mit einer klaren Flüſſigkeit oder mit einer durchſcheinenden feſten Subſtanz gefüllt. Sie liegen durchgehends ſo dicht neben einander, daß ſie gleich den Pflanzenzellen polyedriſche Formen beſitzen. In einigen Fällen ſieht man deutlich eine die

Zellen verbindende Substanz, welche die Zwischenräume anfüllt. Verdünnte Kalilauge, Essigsäure und Schwefelsäure lösen dieselbe mit Zurücklassung der Zellen auf. Diese Intercellularsubstanz unterscheidet sich also von dem eigentlichen Zellenstoffe; sie muß aus demjenigen Theile der Cytoblastema entstanden sein, welcher nach der Zellenbildung übrig geblieben ist. Sie ist in vielen Lösungsmitteln, namentlich in Kali und Schwefelsäure, löslicher als die Zellenwand selbst, ein Umstand, der uns ein Mittel an die Hand giebt, um die Zellen zu isoliren.

Die Schleimhaut des Mundes, der Nase und anderer Theile bietet Gelegenheit dar, die jungen Zellen des Epitheliums kennen zu lernen. Was man von der Oberfläche jener Theile abschaben kann, ist junges Epithelium, und um neue Kerne enthaltende Zellen recht deutlich zu sehen, braucht man nur ein wenig von der Oberfläche jener Theile abzuschaben und unter dem Mikroskop zu betrachten. Der Mund- und Nasenschleim enthält daher immer frisch abgestoßene Epitheliumzellenreihen (s. S. 248). In der äußersten Hülle jener Theile findet also eine fortdauernde Entwickelung neuer Zellenreihen Statt, welche immer wieder als Erkrete abgesondert werden, deren Menge in gewissen abnormen Zuständen bedeutend zunimmt, und die in Masse abgeschieden ein Kennzeichen für manche Krankheiten abgeben (belegte Zunge) und durch diese Ausscheidung von wohlthätigem (kritische Stuhlgänge) oder nachtheiligem Einflusse auf den Organismus sein können (Schleimfluß) *).

Man unterscheidet plattenförmiges Epithelium, Cylinder- und Flimmer-Epithelium. Ersteres bedeckt die Oberfläche der serösen Häute (Fig. 84), wodurch die Höhlungen, in denen die Eingeweide frei hängen, sowie auch die äu-

*) Jene Epitheliumzellen sind deshalb in großer Menge in den Faeces eingemengt und machen einen nicht zu vernachlässigenden Bestandtheil derselben aus. Sie sind stickstoffhaltig, und die Faeces als Düngungsmittel wirken daher zum Theil mit durch den Gehalt an jenen Zellen, zum Theil durch die zugleich mit gemengten Schleimkügelchen des Schleimes der Verdauungswerkzeuge.

ßere Oberfläche jener Eingeweide selbst bedeckt sind, z. B. das Peritonaeum. Wenn man daher eine seröse Membran analysiren will, so hat man außer der Substanz, die durch Kochen in Leim verwandelt wird, auch die Bestandtheile des plattenförmigen Epitheliums in Rechnung zu ziehen, welches man also vorher mit einem Messer abschaben muß (S. 333). Beinahe dieselbe Form hat die Hülle mancher Schleimhäute, z. B. die des Mundes (Fig. 89), ferner die, welche das Herz, die Arterien und Adern bis zum Capillargefäßsysteme hin inwendig bedeckt. Sie wird selbst von kochendem Wasser nicht aufgelöst und ist auch in Aether und Alkohol, in Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak und in verdünnten Mineralsäuren unlöslich, aber sie löst sich in Essigsäure, obwohl etwas schwierig, leicht in kaustischem Kali.

Plattenförmiges Epithelium.

Wir unterscheiden zwei Arten dieses Epitheliums: eines, welches aus einer einzigen Schicht besteht, und ein anderes, welches aus mehreren Schichten zusammengesetzt ist.

Einfaches Epithelium.

Wir haben dasjenige auf den serösen Häuten, namentlich vom Peritonaeum, untersucht *).

*) Einfaches plattenförmiges Epithelium, durch Abschaben von der inneren Oberfläche des Perikardiums einer Kuh erhalten, besteht aus sehr dünnen, aneinander schließenden vielseitigen Plättchen mit körnigem Inhalte; man sieht in jedem einzelnen Plättchen nur einen Kern (Fig. 87). Von verdünnter Essigsäure werden sie viel blasser aber körniger. Es kommen nicht mehr Kerne zum Vorschein, vielmehr scheinen die Zellen jetzt frei von Kernen zu sein. Der körnige Inhalt dehnt sich bis an den Rand hin aus, durch stärkere Essigsäure weichen sie von einander und liegen in etwas größerer Entfernung; sie sind rund geworden, bleiben körnig und behalten dieselbe Größe, welche sie ursprünglich hatten (Fig 88).

Die durch Abschaben aus der Aorta vom Menschen erhaltenen Platten haben denselben Bau, sind aber noch blasser und weniger deutlich. Indessen

Es kommt auf der inneren Fläche der Arterien vor, wo wir es beinahe ebenso geformt fanden, als auf dem Peritonaeum. Es besteht aus sehr platten kleinen Zellen mit körnigem Inhalte. Aber woraus die Wand, der Inhalt, oder — so weit sie vorkommen — die Kerne zusammengesetzt sind, hat bei der Schwierigkeit, eine hinreichende Menge davon zur Untersuchung zu sammeln, nicht untersucht werden können.

Wir haben indessen keinen zureichenden Grund, jenes Epithelium hinsichtlich seiner chemischen Natur den nachfolgenden Epitheliumarten anzureihen.

Das zusammengesetzte oder schichtenweis gebildete Epithelium ist verschiedener Art. Vor Allem gehört dasjenige dazu, welches die Mundhöhle bedeckt, und welches von der inneren Fläche der Backen leicht weggenommen werden kann und daher, freilich mit etwas Speichel und Schleimzellen gemengt, der Untersuchung leicht zugänglich ist. Da indessen die Mengen, welche man sich auf diese Weise von jenen Zellen verschaffen kann, sehr gering sind, so ist unsere Kenntniß ihrer Natur nach beschränkt.

Es sind große, eckige, mit einem Kerne und zum Theil mit einer körnigen Substanz versehene Plättchen (Fig. 89), welche in Kalilauge sich zu regelmäßigen Zellen ausdehnen (Fig. 90 a, b, c). Die alkalische Flüssigkeit löst die Wände, wenigstens anfangs, nicht auf; sie durchdringt dieselben endosmotisch und formt die Platten zu Ellipsoiden um (Fig. 90 d) *).

---

haben sie einen leicht zu erkennenden großen Kern, ringsherum mit hellem Rande versehen.

Auf dieselbe Weise von der Oberfläche der ventriculi cerebri einer Kuh genommen, sind sie den vorigen sehr ähnlich, liegen aber in einiger Entfernung von einander, sind sehr blaß und dünn, zirkelrund und mit Kernen versehen. In Essigsäure bleichen sie noch mehr, und die Kerne sind nun unsichtbar geworden; der Inhalt erscheint körnig. Wir sahen keine Flimmern auf denselben. (Donders und M.)

*) Epithelium der Mundhöhle. Durchscheinende, eckige, unregelmäßige Plättchen mit großen Kernen und einer Menge um den Kern verbreiteter Körnchen (Fig. 89). Die Kerne werden in starker Essigsäure blaß, was um so bemerkenswerther ist, weil sie in anderen Fällen durch Essigsäure

Unseren Erfahrungen gemäß unterscheiden sich die Zellenwände und die Kerne jener Zellen von allen übrigen Zellen des Horngewebes. Protein scheint nur in geringer Menge darin enthalten zu sein, welche Substanz den Hauptbestandtheil eines jeden wahren Horngewebes ausmacht.

Oberhaut. Unsere chemische Kenntniß von dem Epithelium, welches die verschiedenen Theile des Körpers bedeckt, beschränkt sich größtentheils auf die Epidermis. Außer den nie fehlenden, sogenannten unorganischen Salzen, ein wenig Fett und den Bestandtheilen des Schweißes, womit die Oberhaut ge-

---

meiß deutlicher werden. Von besonderen Körperchen in den Kernen ist keine Spur vorhanden. Die Körner in dem übrigen Theile des Plättchens erscheinen nach der Anwendung der Essigsäure viel zahlreicher, indem fast die ganze Oberfläche davon bedeckt ist. Durch Zusatz von Wasser verändern sie sich, wie auch die Kerne, nicht.

Concentrirte Salpetersäure bleicht sie und bewirkt, daß die Kerne verschwinden; Ammoniak macht die Zellen wieder sichtbar und bei vielen den Inhalt körniger, aber stellt die Kerne nicht her. Sie werden nicht gelb, aber fast vollkommen oval. Mit concentrirter Salpetersäure erwärmt und darauf mit Ammoniak übersättigt, nehmen die Zellenwände eine schwach gelbliche Färbung an. Die Zellen erhalten eine sphäroidische Gestalt.

Von concentrirter gesättigter Kalilösung werden sie nicht sogleich aufgelöst; auf Zusatz von Wasser schwellen sie auf und nehmen erst eine ellipsoidische und zuletzt kugelrunde Gestalt an. Die Kerne und gleichfalls die körnigen Körperchen verschwinden, und es bleibt nur noch ein sehr durchsichtiges kugelrundes Bläschen übrig, welches endlich auch aufgelöst wird (Fig. 90 a, b, c).

Nach sechsstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge sind sie beinahe kugelrund geworden, und die Zellen mit einem körnigen Inhalte versehen. Eine jede Zelle hat einen Kern. Auf Zusatz von Wasser drehen sie sich und flottiren als runde Zellen in der Flüssigkeit (Fig. 90 d); sie werden blasser und lösen sich allmälig auf. Die Kerne verschwinden früher und ändern sich zuvor in eine körnige Masse um (Fig. 90 b, c); der körnige Inhalt der Zellen wird in der mit Wasser verdünnten Kalilauge alsbald unsichtbar (Fig. 90 d). In einer Zelle, welche sich um ihre Achse drehet und dabei eine ellipsoidische Gestalt besitzt, erscheint der Kern als ein kugelförmiger Körper; in jeder Lage hat er einen gleichgroßen Durchmesser.

Jodtinktur färbt die Zellen dunkelbraun und macht die Kerne deutlicher hervortreten.

Schwefelsaures Eisenoxyd färbt sie nicht. Sie sind also nicht Ursache der rothen Färbung, welche der Speichel in einer Eisenoxydlösung hervorbringt.

Bei einer späteren Untersuchung des Epitheliums von der Bauchhaut der Kuh fanden wir in jeder Zelle einen deutlichen, beträchtlich großen Kern (Fig. 87 b). (Donders und M.)

tränkt ist, wie milchsaures Ammoniak, Milchsäure, Essigsäure, Chlornatrium, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, Eisenoxyd, Chlorammonium (Thénard, Berzelius, Anselmino), findet man darin 5 Procent einer leimgebenden, in kochendem Wasser auflöslichen Substanz, ein Bestandtheil, der indessen dem eigentlichen Gewebe, welches aus 93—95 Procent unauflöslicher Stoffe besteht, wahrscheinlich fremd ist. Die Oberhaut wird von concentrirter Schwefelsäure und den Alkalien leicht aufgelöst; daher die Eigenschaft dieser Stoffe, in Berührung mit der Haut ein fettiges Gefühl hervorzubringen. Bei der Behandlung mit Alkalien bleibt indessen ein Wenig unaufgelöst zurück, selbst nach mehrtägiger Digestion. Die alkalische Auflösung giebt, mit Essigsäure versetzt, einen weißen Niederschlag.

Durch Salpetersäure wird die Oberhaut gelb gefärbt und in Xanthoproteinsäure verwandelt. Salpetersaures Silber bringt eine violette Färbung hervor, einmal weil sie Chlornatrium enthält, wodurch sich am Lichte färbendes Chlorsilber entsteht, ferner weil der Schwefelgehalt der Oberhaut schwarzes Schwefelsilber erzeugt, und weil das Silberoxyd zu metallischem Silber reducirt wird (durch die milchsauren Verbindungen?), während die Salpetersäure Xanthoproteinsäure bildet. In der Lichtflamme verbrennt die Oberhaut unter Verbreitung des Geruchs vom verbrennenden Protein. Sie wird nicht von Alkohol und Aether aufgelöst. Salpetersaures Queckſilber färbt sie rothbraun *).

*) Oberhaut von der Brust eines Fötus, welcher beinahe ausgetragen war, quer durchschnitten nach sechsstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge. — Auf Zusatz von Wasser weicht die Oberhaut los; an der Oberfläche erscheinen durch Anschwellung wohlgeformte Zellen, und das Ganze hat ein cellulares Ansehen; nach und nach werden die Zellen sichtbarer, und die ganze Oberhaut zeigt auf einander gepackte Schichten wohl ausgebildeter ovaler Zellen.

Die Oberhaut besteht also aus Lagen von an- und aufeinander liegenden sehr platt gedruckten Zellen, die sich durch Einwirkung von Kali und Wasser ausdehnen.

Bei der Trennung der Oberhaut beobachtet man eine zwischen ihr und der Haut befindliche feinkörnige Substanz; diese soll das Cytoblastema der Oberhaut sein, mit Kernen durchmengt.

Die Zusammensetzung der Oberhaut, deren innerer, weicherer Theil früher mit Unrecht für eine besondere Haut (rete Malpighii) gehalten wurde, ist eine andere als die der Haare. Denn obschon Scherer eine Uebereinstimmung in der Zusammensetzung aller Horngewebe gefunden zu haben glaubt, so hat sich dieselbe doch nicht bestätigt.

An einem längs der Oberfläche abgeschnittenen Stücke aus der innern Handfläche des Fötus, welches sieben Stunden in concentrirter Kalilauge gelegen hat, sieht man nur vollkommen ausgebildete ovale Zellen und darin deutlich kleine Kerne. Einzelne isoliren sich und schwimmen frei in der Kaliflüssigkeit. Sie werden durch Zusatz von Wasser nicht verändert.

Die Oberhaut aus der innern Hand eines ausgewachsenen Menschen, der Oberfläche parallel abgeschnitten, zeigt ebenfalls nach siebenstündiger Einwirkung von Aetzkalilauge einzelne ovale Zellen (Fig. 91), und nach Zusatz von Wasser sieht man bei verschiedenen Stellungen des Focus merkliche Unterschiede in den Abständen zweier gegenüberstehender Zellenwände. Die Plättchen sind daher zu sehr durchsichtigen Zellen angeschwollen. Schwefelsäure contrahirt sie wieder und vermindert ihre Durchsichtigkeit, doch so, daß die Zellen noch deutlich zu unterscheiden sind. In Kalilauge trennen sich die Zellen, stoßen einander ab und zeigen keine Kerne; selbst die Plättchen der obersten Schichten werden in wahre Zellen verwandelt (a), die der tieferen Schichten sind kleiner (b), die einer Schwiele runder (c).

Die Oberhaut vom Schenkel eines ausgewachsenen Menschen ist nach vierstündigem Verweilen in verdünnter Essigsäure durchsichtiger geworden (Fig. 86). Die äußersten Schichten stellen Plättchen dar (Fig. 86 a auf dem Durchschnitt, Fig. 92 auf der Oberfläche betrachtet); darunter liegen regelmäßig gelagerte kleine Zellen mit Kernen (Fig. 86 b), und unter diesen unregelmäßig vertheilte Kerne (c), und endlich eine Schicht, worin nichts mehr wahrgenommen wird (d). Darauf folgt die eigentliche Haut (e).

Oberhaut, welche sechs Monate lang mit einem Ueberschusse von Schwefelsäure behandelt ist, hat sich scheinbar aufgelöst; aber unter dem Mikroskop unterscheidet man noch viele Plättchen, an denen die Struktur der Oberhaut deutlich zu erkennen ist. Sie schwellen in Wasser zu Zellen an.

Nach sechsmonatlichem Verweilen in concentrirter Salpetersäure, wobei alles Andere in Xanthoproteinsäure umgewandelt ist, besitzt die Oberhaut noch dieselbe plattenförmige Struktur, aber die Plättchen sind isolirt und mit dunkeln Ringen umgeben. Viele darunter scheinen bei der Umdrehung eirund, andere eckig zu sein; jedenfalls sind sie nicht platt, sondern haben entweder eine parallelepipedische oder endische Gestalt. Viele enthalten eine große Gasblase eingeschlossen (von Stickoxyd), was hinlänglich beweist, daß die Stückchen nach drei Richtungen hin angeschwollen sind.

Sechsmonatliche Einwirkung von concentrirter Essigsäure läßt die Oberhaut unverändert, nur wird sie etwas durchsichtiger.

Nach sechsmonatlicher Behandlung mit Salzsäure ist Ulminsäure daraus gebildet; aber zum Theil ist die Form noch deutlich zu erkennen.

Concentrirte Kalilauge hat sie nach sechs Monaten ganz aufgelöst bis auf einige wenige Theilchen, welche keine regelmäßige Form mehr besitzen (Donders und M.).

Die Differenzen der bei den Elementaranalyſen erhaltenen Zahlenreſultate ſind zwar nicht ſehr groß, aber die Eigenſchaften der Oberhaut entfernen ſich ſo ſehr von denen der Haare, daß wir ſchlechterdings nicht ein und daſſelbe Gewebe in beiden vorausſetzen können *). Schon mehr ſcheint ſich die Oberhaut in ihren Eigenſchaften dem Horn und dem Fiſchbein zu nähern; aber auch hier finden ſich weſentliche Differenzen; die größte Aehnlichkeit beſitzt ſie aber mit den Nägeln, ſo daß man geneigt wäre, beide für eine und dieſelbe chemiſche Verbindung zu halten, wenn ſie nicht verſchiedene Zuſammenſetzung hätten. Der Schwefelgehalt der Oberhaut iſt nämlich viel geringer als der der Nägel, und auch der Kohlenſtoffgehalt weicht um 1 Procent ab; weshalb ſie alſo nicht identiſch ſind.

Die Zuſammenſetzung der Oberhaut entſpricht der Formel $5\,(C_{40}\,H_{66}\,N_{12}\,O_{13})\,S$ **); aber es iſt, wenigſtens für jetzt, unmöglich, den Beweis für ihre Richtigkeit zu liefern. Ich bezweifle ſogar die Reinheit der Oberhaut und meine, daß ihre Unterſuchung deshalb weit weniger Werth hat als die Analyſen der Haare, Nägel, des Horns und Fiſchbeins, weil der Inhalt ihrer Zellen viel bedeutender erſcheint, als bei irgend einem der anderen genannten Horngewebe, welche einen faſt zu

*) Scheerer hat fue die Oberhaut der Fußſohlen folgende Zuſammenſetzung gefunden (Annalen dee Chemie und Pharm. Bd. 40, S. 55):

C	50,75
H	6,76
N	17,23
O, S	25,26

Bei der Wiederholung jener Unteeſuchung wurde für die mit Aether und Alkohol exteahirte Epideemis dee Fußſohlen erhalten (Scheikundige Onderzoekingen, Deel III.).

C	50,28	49,84
H	6,76	6,75
N	17,21	
O	25,01	
S	0,74.	

Dieſe Zahlen beſtätigen alſo den von Scheerer gefundenen Waſſerſtoff- und Stickſtoffgehalt; dee Kohlenſtoffgehalt iſt abee in ſeinen Analyſen zu groß ausgefallen.

**) $= 5(C_{40}\,H_{62}\,N_{10}\,O_{14} + N_2\,H_4) + S$. Siehe Horn.

vernachlässigenden Zelleninhalt besitzen, und welche beinahe ganz aus Zellenwand bestehen.

Es ist demnach erwiesen, daß die Oberhaut mit keinem anderen bis jetzt bekannten Horngewebe in ihrer Zusammensetzung übereinkommt und sich namentlich durch einen viel geringeren Schwefelgehalt unterscheidet.

Wenn man eine Auflösung jener Körper in verdünnter Kalilauge tropfenweise mit Essigsäure versetzt, so entsteht in der Auflösung der Haare, noch ehe sie sauer ist, ein geringer Niederschlag von Protein, in der Auflösung von Fischbein, Horn und der Oberhaut eine noch unbedeutendere Fällung; aber in den drei letzten Flüssigkeiten erhält man eine reichliche Fällung, sobald man sie mit einem großen Ueberschusse von Säure versetzt; dieser Niederschlag ist Proteinbioxyd.

Die Oberhaut zeigt noch eine andere Uebereinstimmuug mit dem Horn und dem Fischbein, in einer Eigenschaft, wodurch sich alle drei von den Haaren unterscheiden, nämlich in ihrem Verhalten gegen concentrirte heiße Essigsäure, in welcher jene erst gallertartig werden und sich dann auflösen, während die Haare darin ganz unlöslich sind. Aus den essigsauren Auflösungen schlägt Ammoniak Proteinbioxyd nieder, ein Beweis, daß diese Verbindung in jenen drei Körpern als solche enthalten ist.

Eine der Schwierigkeiten, welche die Untersuchung der elementaren Zusammensetzung der Oberhaut darbietet, besteht darin, daß sie von vielen fremdartigen Beimengungen durchdrungen ist und nach John nur 93—95 Procent eigentlicher Hornsubstanz enthält. Man kann einige derselben mit Aether und Alkohol ausziehen; aber Wasser veranlaßt die Entwickelung von Schwefelwasserstoff und hindert also die genaue Bestimmung des Schwefelgehaltes. Bei der mitgetheilten Analyse ist deshalb die Behandlung der Substanz mit Wasser unterlassen.

Daß übrigens die Oberhaut nicht ganz mit dem Horn und Fischbein übereinstimmt, werden wir später sehen.

Es ist hinlänglich bekannt, daß sich die Oberhaut abnutzt

und von unten her sich stets erneuert. Diese Reproduction geschieht auf die nämliche Weise, wie sich die Zellen im Allgemeinen vermehren (S. 370), nämlich von unten her, da wo die zellenbildende zähe Flüssigkeit (Fig. 86 d) von der Haut abgesondert wird; die unteren Zellen sind darum weicher und deshalb von Malpighi für eine besondere Hülle gehalten (Fig. 86 b c). Bei der ununterbrochenen Abnutzung der oberen Zellen und der in demselben Maaße stattfindenden Reproduction derselben von unten her werden die untersten Zellen endlich die oberen, und dieser Wechsel schreitet bei der Oberhaut gerade so fort, wie wir es bei dem schichtenförmigen Epithelium der Schleimhäute beobachtet haben. Es findet also eine beständige Ausscheidung der Substanz, welche das Epithelium bildet, aus dem Körper Statt, einer Substanz, welche, anfangs als Flüssigkeit abgesondert, sich zu Zellen organisirt, später sich abnutzt und durch neue Substanz ersetzt wird u. s. f. Um einen scheinbar geringen Zweck zu erreichen, verwendet der Organismus eine bedeutende Menge von Protein, welche für jede fernere Benutzung desselben verloren geht.

In manchen Fällen wird eine große Menge jener Zellen auf ein Mal von der übrigen Masse abgestoßen und durch neue wieder ersetzt; so sieht man nach den Masern und dem Scharlachfieber ganze Lagen derselben sich ablösen. Auch auf heilenden Wunden bedeckt sich das neu gebildete Gewebe mit Oberhaut.

Wir beobachten bei den sogenannten Horngeweben im Zustande vollkommener Entwickelung stets eine zusammengedrückte zellige Form und können sie daher histologisch in eine Klasse zusammenfassen. Von jenen Geweben unterscheiden sich die nachfolgenden, deren wir wegen unserer unvollkommenen chemischen Kenntniß nur mit einigen Worten hier kurz Erwähnung thun wollen.

Zuerst gehört dahin das Cylinderepithelium (Fig.

93), aus ursprünglich runden Zellen entstanden, welche sich nur in einer Richtung ausdehnen und so Cylinder bilden. Oftmals findet man sie im menschlichen Körper kegelförmig (a). Sie liegen entweder dicht zusammengepreßt neben einander und geben dann polygonale Durchschnitte, oder sie lassen Räume zwischen sich, welche mit einer durchsichtigen Intercellularsubstanz (b) angefüllt sind.

Das chemische Verhalten der Substanz, woraus diese Zellen bestehen, ist dem der vorigen gleich. In großer Ausdehnung finden sie sich in dem Darmkanale von der cardia bis dicht an den After, in den Gallenwegen und als Bedeckung vieler anderer Organe.

Man weiß über Entstehung des Cylinderepitheliums in chemischer Beziehung Nichts; da es indessen in seinem Verhalten gegen Reagentien mit dem plattenförmigen Epithelium übereinstimmt, so ist es wahrscheinlich, daß es sich in seiner Zusammensetzung von demselben wenig unterscheidet.

Eine zweite Art ist das Flimmerepithelium (Fig. 94), dessen Structur nicht wesentlich von dem Cylinderepithelium abweicht, die freie Oberfläche ausgenommen, welche federförmig mit einer Menge Cilien (a) bedeckt ist, die sich während des Lebens in fortdauernder Bewegung befinden. Man findet diese Bedeckung in den Respirationswerkzeugen, in der obern Hälfte des Muttermundes und von da an aufwärts in den weiblichen Geschlechtstheilen und beim Menschen noch in den ventriculi cerebri. In chemischer Hinsicht ist noch nichts darüber bekannt.

Eine Menge kleinerer Thiere, namentlich die Infusorien, zeigen diese Flimmerbewegungen auf der Oberfläche ihres Körpers in vielerlei Weise. Die Ursache derselben ist noch nicht erforscht. Selbst nach dem Tode des Individuums sieht man die Bewegung zuweilen noch fortdauern; bewundernswürdig ist auch die Geschwindigkeit, mit der sie ausgeführt

wird. Ueber die chemische Natur des Flimmerepitheliums ist ebenfalls so gut wie gar nichts bekannt.

Die Nägel sind von der Epidermis nicht wesentlich verschieden, weder in Betreff ihres Ursprungs, noch in ihrem Bau, noch ihrer Natur und Zusammensetzung nach. Nur sind sie härter und weniger elastisch. Sie werden wie die Oberhaut durch Gruppen von Zellenreihen gebildet, enthalten deren aber eine größere Zahl. Ihre beständige Erneuerung ist allbekannt. So wie bei der Oberhaut neues Cytoblastema von unten herauf die Entstehung neuer Zellenreihen veranlaßt, auf dieselbe Weise reproduciren sich die Nägel an allen den Stellen, wo sie mit der untern Haut verwachsen sind, nämlich von der untern Seite her, an den hinteren und seitlichen Rändern, die in einer Hautfalte liegen, und besonders an dem hintern Rande, wo die eigentliche Matrix liegt.

Hier sondert sich die zellenbildende Substanz ab, woraus gleich der Oberhaut die Nagelplatte entsteht, welche als ein Agglomerat fest auf einander gepackter Zellen aus der Haut tritt. Auch sie muß man daher als organisirte Sekrete betrachten, wodurch der Körper sich eines seiner unentbehrlichsten Bestandtheile, des Proteins, entledigt, und wodurch dessen Menge im Körper vermindert wird *).

---

*) Ausgewachsener Nagel vom Finger zeigt, der Oberfläche] parallel, unregelmäßig laufende Streifen, auf dem Querdurchschnitte des härtesten vorderen Theils gradlinige Streifen mit kleinen dunkeln Körperchen (Höhlungen?) untermischt.

Ein von der Oberfläche abgeschabtes Stückchen, welches drei Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen hat, zeigt durchsichtiger gewordene Hornplättchen, deren einige mit einem Kerne versehen sind (Fig. 95 a).

Ein Nagel hat nach sechsstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge auf dem Querdurchschnitte ein körniges Ansehen und läßt nichts weiter erkennen. Nach Zusatz von Wasser sieht man ein Netz von Maschen und in jeder derselben einen deutlichen Kern. Die durch die Umrisse der plattgedruckten Zellen gebildeten Maschen werden nach längerer Einwirkung des Wassers rundlich und einige ganz rund (Fig. 95 b); jede derselben besitzt einen deutlichen Kern (b 1). Mit dem Wasser fließt eine körnige Substanz ab, während die Zellen deutlicher werden und sich mehr ausdehnen. Sie sitzen auch hier fest an einander. Nach Zusatz von Essigsäure

Die Nägel haben nicht dieselbe Zusammensetzung wie die Oberhaut. Scherer hat die Menschennägel analysirt; sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den Hufen der Pferde und Kühe; doch besitzen sie nicht völlig gleiche Zusammensetzung, weil der trockne Zelleninhalt ein anderer ist; die Zellenwand scheint in allen dieselbe Substanz zu sein *).

---

zieht sich Alles zusammen und wird undeutlichee, die Zellen bekommen einen körnigen Inhalt.

Wenn der Nagel sechs Stunden lang in Kali (mit ¼ Wasser) gelegen hat, so sind die Zellen nach Zusatz von Wasser geschwollen und deutlich sichtbar.

Auf einem parallel der Oberfläche abgelösten Stuckchen zeigen sich nach sechsstundiger Einwiekung von concentrirtee Kalilauge gebogene Linien, durch Wasser schwillt Alles stark an, und die Zellen kommen an der Oberfläche deutlich zum Vorschein.

Nägel eines fast ausgetragenen Fötus sind parallel der Oberfläche nach sechsstundigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ohne Zusatz von Wassee in lose frei in der Flussigkeit sich bewegende Zellen umgewandelt, deren jede einen Kern enthält. Die Zellen sind eiförmig und werden durch Hinzufugung von Wasser blaß.

Das ganze Gewebe besteht demnach aus bloßen Zellen. In diesen Zellen finden sich Kerne und wahrscheinlich auch im Inhalte. Die Zellen sind im natuelichen Zustande platt gedruckt und bilden der Nagelfläche paeallel laufende Plättchen. (Donders und M.)

*) Scherer hat fur Menschennägel nachstehende procentische Zusammensetzung gefunden (Annalen der Phaemacie):

C	51,089
H	6,824
N	16,901
OS	25,186

Damit stimmt folgende Analose derselben nahe uberein (Scheik. Onderz. Deel III.):

C	51,09
H	6,94
N	17,51
O	21,75
S	2,80

Pferdehufe, mit Alkohol und Aether ausgezogen, gaben (ibid.):

C	51,41
H	6,96
N	17,46
O	19,94
S	4,23

Auch Klauen, ebenfalls mit Alkohol und Aethee extrahirt, gaben (Scheik. Onderz. Deel III.):

C	51,10
H	6,77
N	17,28
O	20,25
S	4,60

Lauth meint, daß sie mehr phosphorsauren Kalk als die Oberhaut enthalten. Indessen geben Menschennägel, welche an unorganischen Bestandtheilen die reichsten sind, ohngefähr 1 pCt. unverbrennlichen Rückstand; die nämliche Menge liefert die Epidermis. Jener Unterschied findet daher nicht Statt. Was endlich die Abweichung im Kohlenstoffgehalte betrifft, welche sich bei den Analysen der verschiedenen Arten von Nägeln gezeigt hat, so muß sie wiederum dem verschiedenen Zelleninhalte, oder einer größeren oder geringeren Menge der die Zellen vereinigenden Intercellularsubstanz zugeschrieben werden.

Wenn wir von der Analyse der Kuh- und Pferdehufe ausgehen, — der Schwefelgehalt der Menschennägel ist noch nicht genug festgestellt — so finden wir dafür einen Ausdruck in der Formel:

$$C_{120}\ H_{186}\ N_{34}\ O_{36}\ S_4$$ *).

Diese Formel, worauf wir nachher bei dem Horn und den Haaren zurückkommen werden, läßt sich auch auf folgende Weise schreiben:

$$(C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ N_4]) + 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ S_2]).$$

Sie drückt dann die Verbindung zweier Stoffe aus, welche man als Proteinoxyde betrachten kann, worin der Sauerstoff, den das Bioxyd mehr enthält, als Protein, durch N_4 und S_2 vertreten ist. — Kuh- und Pferdehufe in Kali aufgelöst, geben, mit Essigsäure niedergeschlagen, Proteinoxyd und kein Protein (siehe Horn, Haare und Fischbein).

---

*)

	At.	ber.
C	120	51,64
H	186	6,54
N	34	16,95
O	36	20,34
S	4	4,53

Horn.

Die Hörner, welche nicht abfallen, wie die der Kühe u. s. w., stimmen in vieler Hinsicht mit der Oberhaut und den Nägeln überein, sie unterscheiden sich aber von den Haaren sowohl in ihrem Bau wie auch in ihrer chemischen Zusammensetzung. Sie bestehen aus einer unzähligen Menge Bündel feiner Fäden, die gleich wie in der Hauptmasse des Haares dicht neben einander liegen. Bei Einwirkung von Kali und Wasser entwickeln sich aus diesen Bündeln Plättchen, die sich allmälig zu regelmäßigen Zellen ausdehnen, deren jede mit einem deutlichen Kern versehen ist (Fig. 97 b); nach Zusatz von Schwefelsäure werden die Zellen noch sichtbarer, ei- oder kugelrund. Das Horngewebe ist also von dem der Haare dadurch verschieden, daß letzteres, außer in der medulla, keine Zellen mehr erkennen läßt *). Das Horn

*) Weißes Kuhhorn, durch einen in senkrechter Richtung auf die Oberfläche geführten Längenschnitt abgelöst, zeigt unregelmäßig laufende dicht in einander verwebte Fasern. Auf Zusatz von Wasser werden die Fasern größer, mehr gestreckt und deutlicher, und die ganze Masse viel durchsichtiger. In einer größern Menge Wasser weichen die Fasern noch weiter auseinander und erscheinen mehr als Umrisse von Zellen, in deren jeder ein kleiner Kern deutlich zu unterscheiden ist (Fig. 96).

Auf dem Querdurchschnitte erscheint das Horn nach funfstündiger Einwirkung von Aetzkali formlos mit den so eben erwähnten dicht neben einandee liegenden, gebogenen, scheinbaren Fasern; nur hie und da haben sie das Ansehen, als bildeten sie die Umrisse von Zellen. Durch Zusatz von Wasser entwickelt sich die celluläre Structur mehr und mehr, jene Umrisse entfernen sich von einander, und es zeigt sich in jeder Zelle sehr deutlich ein Kern: die Zellen sind sehr durchsichtig. Durch Neutralisation des Kalis mit verdunnter Schwefelsäure kommen die Zellen deutlicher zum Vorschein und werden beinahe kugelrund oder eiförmig, ohne Inhalt. Die Kerne sind unsichtbar geworden.

Das Gewebe von Kuhhorn erscheint demnach als ein durchaus homogenes aus einzelnen Zellen bestehendes Gewebe und zwae ans Zellen ohne sichtbaren Inhalt, Zellen, die im Gewebe platt gedruckt sind und in Kali aufschwellen. Auf der Oberfläche der Flussigkeit sieht man eine körnige Substanz.

An einem parallel dee Oberfläche abgeschnittenen Stucke, welches funf Stunden in Kalilauge gelegen hat, ist nichts deutlich zu unterscheiden. Zusatz von Wasser bringt dieselben Erscheinungen hervoe, wie an dem längs

entsteht übrigens, wie die Haare, aus einer durch eine Hautvertiefung abgesonderten zellenbildenden Substanz, welche chemisch mit derjenigen nahe übereinstimmen muß, woraus die Oberhaut und die Nägel entstehen.

Die Farbe der Hörner ist, wie die der Haare, wahrscheinlich auch nicht durch materielle Unterschiede bedingt.

Das Horn verbreitet beim Raspeln einen eigenthümlichen allgemein bekannten Geruch. Fein zertheilt und über 100° hinaus erwärmt, wird es weich; die einzelnen Stücke haften an einander und lassen sich wieder zu einem Ganzen vereinigen. Durch jene Eigenschaft unterscheidet es sich von den Haaren.

Mit Wasser gekocht wird das Horn zwar weich, aber es giebt keinen Leim. Alkohol und Aether extrahiren daraus ohngefähr die nämlichen Bestandtheile wie aus den Haaren. Wasser entwickelt beim Erwärmen, oder mit fein geraspeltem Horn in Berührung, schon bei gewöhnlicher Temperatur Schwefelwasserstoff. Die Erzeugung dieses Gases wird einen ähnlichen Grund haben wie die Schwefelwasserstoffentwickelung der hart gekochten Eier. Es entsteht nämlich aus dem

---

der Oberfläche abgeschnittenen Theile. Durch verdünnte Schwefelsäure tritt die celluloſe Structur weniger deutlich hervor. Nach längerer Einwirkung der Schwefelsäure contrahirt sich die Masse zu sehr, um die Theile noch gut unterscheiden zu lassen.

Nach zweiundzwanzigstündiger Einwirkung von Kali erscheinen die Zellen auf dem Querdurchschnitte ohne Zusatz von Wasser ausnehmend schön, und die meisten sind mit einem deutlichen Kerne versehen (Fig. 97). Durch Wasser werden sie viel durchsichtiger, aber durch Schwefelsäure wiederum sehr sichtbar.

Nachdem parallel der Oberfläche abgeschnittene Hornsubstanz sechs Stunden in concentrirter Schwefelsäure gelegen hat, sieht man gleichsam aus gebogenen Fäden bestehende Stückchen, welche sich von der Oberfläche abgelöst haben und als unregelmäßige Plättchen frei in der Flüssigkeit schwimmen. Ein durch senkrecht auf die Oberfläche geführten Schnitt abgelöstes Stückchen bildet größere Lamellen, weil hier die ganze Masse fester zusammenhängt.

Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von Schwefelsäure verlieren die Plättchen parallel der Oberfläche ihren Zusammenhang und schwimmen als kleine gebogene Lamellen frei in der Flüssigkeit (Fig. 96). (Donders und M.)

Schwefelphosphor-Protein und dem kohlensauren Natron des Eiweißes Schwefelnatrium, welches, durch die Kohlensäure der Luft zersetzt, Schwefelwasserstoff ausgiebt. Die alkalische Flüssigkeit, wovon das Horn durchdrungen ist, entwickelt stets eine kleine Menge desselben Gases, wenn geraspeltes Horn der Luft ausgesetzt wird.

Horn wird von concentrirter Schwefelsäure nach einiger Zeit vollständig aufgelöst. Salpetersäure bildet damit Xanthoproteinsäure. Concentrirte Essigsäure verändert es bei gewöhnlicher Temperatur nicht. Salzsäure verwandelt es nach einiger Zeit in harnsaures Ammoniak.

Horn wird von verdünntem Kali nach einiger Zeit fast ganz und nur mit Hinterlassung einer kleinen Menge formloser Theile gelöst. Die Auflösung ist schwach gelblich gefärbt. Durch Zusatz von wenig Essigsäure entsteht ein geringer Niederschlag, welcher abfiltrirt eine Auflösung übrig läßt, woraus durch einen Ueberschuß von Essigsäure eine neue Menge einer andern unlöslichen Verbindung ausgefällt wird. Der erste Niederschlag ist Protein, aber die Quantität desselben ist so unbedeutend, daß man es nur als einen unwesentlichen Bestandtheil des Horns ansehen kann. Der zweite Niederschlag hat die Zusammensetzung von Proteinbioxyd, nach den Analysen von J. L. Tilanus *).

Mit concentrirter Essigsäure gekocht wird das Horn gallertartig und löst sich endlich auf. Ammoniak bringt in dieser Lösung einen Niederschlag hervor, welcher den Analysen von J. L. Tilanus zu Folge ohngefähr die Zusammensetzung von Proteintritoxyd hat **).

---

*) Scheik. Onderz. Deel III.

C	52,90	53,15
H	6,72	6,67
N	15,97	15,97
O	24,41	24,21

**) Aus der essigsauren Lösung erhaltener Niederschlag:

Leitet man Chlor durch Waſſer, worin Horn vertheilt iſt, ſo erhält man eine Chlorverbindung, welche nach der Formel:

$$C_{40}\ H_{62}\ N_8\ O_{17} + Cl_2\ O_3$$

zuſammengeſetzt betrachtet werden kann, nach der Analyſe von J. L. Tilanus *).

			Von einer andern Darſtellung	At.	ber.
C	50,90	51,36	51,25	51,01	40	51,43
H	6,49	6,59	6,46	6,59	64	6,72
N	15,66	15,66	15,53		10	14,90
O	26,32				16	26,93
S	0,63					

Siehe waſſerfreies Proteintritorxd bei den Haaren. Dieſes Proteintritorxd aus dem Horn iſt nicht im Waſſer unauflöslich.

Fur Kuhhoen, direkt der Analyſe unterworfen, fand J. L. Tilanus:

C	50,94	50,86	50,80
H	6,45	6,83	6,77
N	16,30	16,30	16,30

Scheree fand fur Büffelhorn (Ann. der Pharmacie, Bd. 40, S. 56) die Zuſammenſetzung:

C	51,99	51,16
H	6,72	6,60
N	17,28	17,28
OS	24,01	24,96

Die Abweichung der von Scheere und Tilanus erhaltenen Reſultate erfoederte eine Wiederholung der Analyſe. Sie gab mit eerleeen ubereinſtimmende Zahlen:

			At.	ber.
C	51,03		80	51,2
H	6,80	6,84	128	6,5
N	16,24	16,00	22	16,0
O	22,51		28	22,1
S	3,42	3,33	2	3,2

*) Chlorhorn.

C	46,70	47,06	47,18
H	5,86	5,77	6,04

Bei der Wiederholung dieſer Analyſen mit anderem Kuhhorn und von einer andern Darſtellung gab die bei 105° getrocknete Subſtanz:

	gef.		At.	ber.
C	46,97		40	46,34
H	5,99		62	5,87
N			8	10,75
O			20	30,33
Cl	5,50	5,81	2	6,71

Eine ähnliche Verbindung liefert das Fischbein, und da letzteres sich in seiner Zusammensetzung dem Horn ziemlich nähert, so sollte man geneigt sein, Fischbein und Horn für gleichartige Gewebe zu halten.

Diese Folgerung ist indessen weit entfernt, der Wahrheit zu entsprechen; denn erstens wird Fischbein nicht wie Horn durch Essigsäure gefällt; ferner giebt Fischbein, in concentrirter Essigsäure gelöst, mit Ammoniak einen Niederschlag von Proteinbioxyd, während die aus Horn auf dieselbe Weise erhaltene Fällung fast genau die Zusammensetzung von unverändertem Horne besitzt; und endlich ist die sogenannte Horn-Chlorverbindung nicht durch bloße Einwirkung von Chlor aus dem Fischbein zu erhalten, sondern erst nachdem es zuvor in Aetzkali aufgelöst war.

Nicht weniger weicht die Zusammensetzung des Horns von der des Fischbeins ab, und sie ist ebenfalls eine andere, als die der Oberhaut und der Nägel. Denn die Bestimmung des Stickstoffgehaltes von Scherer scheint nicht ganz richtig zu sein.

Wenn wir erwägen, daß Aetzkali aus Horn eine bedeutende Menge Proteintritoxyd erzeugt, so wird es nicht unwahrscheinlich, daß das Horn nach folgender Formel zusammengesetzt ist:

$C_{80}\ H_{128}\ N_{22}\ O_{28}\ S_2 = 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ S) + N_2\ H_4$;

oder daß es aus Proteinbioxyd, mit Schwefel und Amid vereinigt, besteht. Wenn sich dies so verhält, so wird der aus der essigsauren Lösung erhaltene Niederschlag $N_2\ H_4$ weniger enthalten, und für S_2 können O_2 eintreten:

$$C_{80}\ H_{124}\ N_{20}\ O_{28}\ S_2 = 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{15})$$

Die Zusammensetzung jenes Niederschlags war folgende:

	gef.		Proteinoxyd At.	Proteinoxyd ber.
C	50,90	51,25	40	51,45
H	6,49	6,46	64	6,72
N	15,66	15,53	10	14,90
O	26,32		16	26,93
S	0,63			

Wenn wir die Schwefelmenge in Rechnung bringen, welche in dem von Horn erhaltenen Niederschlage enthalten ist — und die von einer unvollständigen Zersetzung herrührt — so stimmt obige Berechnung mit dem Resultate der Analyse wohl überein.

Um jene Zusammensetzung zu verstehen, müssen wir folgende Umstände in Betracht ziehen.

Wir wissen, daß das Proteinbioxyd die Fähigkeit besitzt, sich in Proteintritoxyd umzuwandeln. Durch Kochen des Fibrins mit Wasser wird zuerst Proteinbioxyd gebildet, welches sich durch länger fortgesetztes Kochen zuletzt in Proteintritoxyd verwandelt, eine Substanz, die wir bereits unter zweierlei Gestalten, nämlich als in Wasser lösliches Hydrat, und als in Wasser unlösliche wasserfreie Verbindung kennen gelernt haben (s. Haare). Wenn also Amid in Ammoniak übergeht, und der Sauerstoff des hierbei zerlegten Wasseratoms sich mit der organischen Substanz verbindet, wenn ferner ein anderes Atom Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft aufgenommen und dabei der Schwefel ausgeschieden wird, so muß der Niederschlag, welchen Ammoniak in der essigsauren Auflösung hervorbringt, jedenfalls eine Zusammensetzung haben, welche sich der des Proteinbioxyds oder -tritoxyds nähert. Letzteres scheint wirklich der Fall zu sein, denn es entsteht auf jene Weise aus Horn eine Substanz, deren Zusammensetzung wir durch die Formel: $C_{40}\ H_{64}\ N_{10}\ O_{16}$ ausdrücken können.

Obige Gründe geben, wie ich glaube, der Formel:

$$2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ S) + N_2\ H_4,$$

als dem Ausdrucke der chemischen Constitution des Horns, oder der Zellenwand, einige Wahrscheinlichkeit. Diese kleinen Abweichungen der berechneten Zahlen von den gefundenen rühren von dem Zelleninhalte und der zwischen den Zellen befindlichen Substanz her, welche aber hier den mikroskopischen Beobachtungen zu Folge nur einen sehr geringen Einfluß ausüben kann.

Fischbein.

Wenn schon die Art der Bildung dieses kolossalen Products der Wallfische unbekannt ist, so haben wir doch allen Grund zu vermuthen, daß es ein ähnliches Sekret ist wie die Nägel, Haare und Hörner. Auf dem Oberkiefer des Balaena mysticetus und anderer verwandter Thiere bildet sich eine Reihe von auf einander liegenden Schichten, welche rechtwinklig auf der Peripherie des Oberkiefers stehen und eine ansehnliche Ausdehnung erlangen. Diese Substanz, das Fischbein, schließt die Mundöffnung des Wallfisches so, daß sie das Wasser zwar hindurchläßt, aber die mit dem Wasser aufgenommenen kleineren Fische darin zurückhält.

Das Fischbein ist von van Kerckhoff untersucht *).

Seine Zusammensetzung ist in der That sehr einfach. Das ganze Gewebe besteht nämlich aus plattgedrückten Zellen, welche in zwei verschiedenen Richtungen unter einander verbunden sind. In der Längsrichtung der großen Fischbeinlagen laufen Markkanäle, welche gruppenweise zusammenliegen, und deren jeder für sich von einem Systeme concentrischer Hülsen umgeben ist (Fig. 102, 193, 104, 105); diese bilden die schwarze Fischbeinmasse. Eine solche Gruppe (Fig. 996) liegt in der eigentlichen Hauptmasse des Fischbeins, welche eine graue Farbe hat (a), eingeschlossen. Letztere besteht, gleichwie die schwarze Substanz, aus auf einander geschichteten Platten (Fig. 100 und 101), die aber der Oberfläche parallel laufen. — Nach längerem Liegen in Kalilauge löst sich das ganze Gewebe in wohlgebildete Zellen auf (Fig. 106). Diese Zellen sind im Fischbein plattgedrückt, zu Plättchen verbunden, welche in der schwarzen Substanz die Scheiden der Markkanäle bilden. Außer Zellen, dem eingetrockneten Inhalte derselben, dem Bindemittel, ein wenig Fett

*) Scheikundige Onderzoekingen, Deel II. p. 347.

und iner schwarzen körnigen Substanz in den Markkanälen ist nichts im Fischbein enthalten *).

*) Im Fischbein kommen zwei verschiedene Körper vor; der eine hat ein gleichförmig graulicher Ansehen und mag die graue Substanz heißen (Fig. 99 a); der andere hat eine dunklere Farbe und heißt die schwarze Substanz (Fig. 99 b). Letztere zeigt auf einem ihrer Längsdurchschnitte, mit der Lupe betrachtet, deutlich wahrnehmbare dunkle parallele Streifen, zwischen denen das Gewebe mehr eine graue Farbe besitzt; man kann sie deshalb auch gestreifte Substanz nennen.

Das zur Untersuchung dienende Stück hat eine Dicke von ohngefähr zwei Millimetern und besteht aus einer mittleren Schicht der schwarzen Substanz von $^1/_2$ Mm. Dicke, welche zwischen zwei anderen Schichten von der grauen Substanz eingeschlossen liegt, deren jede ohngefähr $^3/_4$ Mm. im Durchmesser enthält. Diese drei Scheiben kann man daher sowohl auf dem Längs- wie auf dem Querdurchschnitte deutlich unterscheiden (Fig. 99).

Auf dem Querdurchschnitte zeigt eine dünne Scheibe der graue n Substanz unter dem Mikroskope eine Menge paralleler, mehr oder weniger gebrochener Streifen, welche eine geschichtete Struktur andeuten (Fig. 100). Daraus scheint hervorzugehen, daß jene Substanz aus sehr dünnen Plättchen gebildet ist, welche der Oberfläche parallel einander bedecken. Zwischen diesen Plättchen sieht man sehr kleine ovale dunkle Flecken unregelmäßig in größeren oder kleineren Entfernungen von einander liegend, welche bei Erweiterung des Focus alsbald ihe dunkles Aussehen verlieren und demnach kleine Höhlungen zu sein scheinen (a).

Durch Zusatz von dickem venetianischen Terpentin werden obige Flecken anfangs noch dunkler; flüssiger Terpentin macht sie augenblicklich sehr durchsichtig (b), wodurch es wahrscheinlicher wird, daß sie in der That nichts anderes als kleine Höhlungen sind.

Auf dem längs dem zwei Millimeter dicken Rande geführten Längsschnitte nimmt man dasselbe wahr; die Höhlungen erscheinen hier schmaler und mehr verlängt (Fig. 101).

Auf dem Längsdurchschnitte, parallel der Oberfläche, erkennt man die geschichtete Struktur nur aus den hier und da durchschnittenen Platten. Wo dieser Schnitt vollkommen parallel der Oberfläche geführt ist, läßt sich dieselbe nicht wahrnehmen. Die Schichten laufen also der Oberfläche parallel.

Die schwarze Substanz zeigt auf dem Querdurchschnitte sehr kleine, meist runde Oeffnungen (Fig. 102, [1]) (Fischbeinkanäle) in regelmäßigen Entfernungen von einander liegend, die man oft mit einem dunklen Stoffe gefüllt sieht. Um eine jede dieser Oeffnungen liegt eine große Anzahl concentrischer Schichten, deren äußerste übrigens nicht rund bleiben, sondern sich an denen der angränzenden Kanäle so abplatten, daß sie den Raum zwischen je zwei Kanälen (die besprochenen runden Oeffnungen) fast ganz einnehmen (Fig. 102, [2]). Jene concentrischen Lagen haben ohngefähr gleiche Dicke, wie die Scheiben der grauen Substanz, und man nimmt zwischen ihnen ebenfalls kleine dunkle Flecken wahr (Fig. 103), die übrigens noch viel kleiner sind als bei der grauen Substanz, und mehr runden Punkten oder kleinen Streifen gleichen, deren man in der Nähe der von concentrischen Schichten umgebenen Kanäle eine große Menge findet. Terpentin macht sie ebenfalls durchsichtig. Daneben sieht man eine große Anzahl sehr feiner Streifen, welche strahlenförmig von jedem Fischbeinkanälchen ausgehen und sich durch alle die umgebenden Schichten zu verbreiten scheinen.

Auf dem Längsdurchschnitte zeigt die schwarze Substanz dunkle, in ee-

Alkohol und Aether ziehen aus Fischbein folgende Substanzen aus: Stearin, Elain, Phocenin, zwei extractartige Stoffe in

---

gelmäßigen Abständen liegende, sehr breite, parallele Vertiefungen, welche über die ganze Länge des Stückchens hin sichtbar sind, und die nirgends durch seitwärts gehende Zweige unter einander in Verbindung stehen (Fig. 104 [1]). Diese Kanäle, welche das Fischbein in der Längsrichtung und der ganzen Länge nach ununterbrochen durchlaufen, scheinen fast ausschließlich die schwarze Farbe der gestreiften Substanz hervorzubringen. Wir nennen sie Fischbeinkanäle. Ein jedes Kanälchen ist mit einer Reihe länglicher Fettzellen gefüllt (Fig. 104, [2] und 105, [4]); und zwischen der Wand dieser Zellen und den Kanälen befindet sich eine schwarze feinkörnige Substanz (Fig. 105, [5]). Wenn der Schnitt der Richtung der Fischbeinkanäle nicht vollkommen parallel geführt ist, so sieht man einige derselben durchschnitten ([3]).

Bei einem Längsschnitte durch die concentrischen Schichten eines Fischbeinkanals sieht man bei starker Vergrößerung (Fig. 105), daß diese Plättchen denen der grauen Substanz gleichkommen. Zwischen den Plättchen findet man dann auch unregelmäßige, längliche, dunkle Flecke ([2]), welche auch wohl als kleine Zwischenräume betrachtet werden können. Da der Schnitt nur sehr schwierig so zu bewerkstelligen ist, daß er der Richtung der concentrischen Lagen parallel läuft, so sieht man Querstreifen auf der Schnittfläche, welche die Aufeinanderfolge der verschiedenen concentrischen Schichten andeuten ([3]).

Bei der Ablösung eines Theiles aus der Längsrichtung der schwarzen Substanz gelingt es nicht selten, daß man einen einfachen Kanal, von seinen concentrischen Lagen umgeben, erhält.

Ein sehr dünnes Stück der grauen Substanz, dem Querdurchschnitte entlang abgetrennt, ist nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ganz dunkel, und die geschichtete Struktur dadurch viel deutlicher geworden; nach Zusatz von Wasser wird es blasser, und die Plättchen weichen in der Art von einander, daß das Ganze das Ansehen eines schönen Netzes von Fasern mit länglichen Maschen erhält, welches durch einen ferneren Zusatz von Wasser sich noch weiter ausdehnt, ohne sich aufzulösen. Man findet in jenen Maschen in unregelmäßigen Abständen große ovale Zellen.

Ein sehr dünnes Stück der grauen Substanz, von der Fläche des Längsdurchschnittes längs dem Rande weggenommen, scheint nach fünfstündiger Einwirkung von Kali ebenfalls aus Fasern zu bestehen, die untereinander verbunden sind und verlängerte Maschen bilden; man sieht hier in jeder dieser Maschen eine längliche dunkle Stelle (hohler Raum).

Ein sehr dünnes Stück grauer Substanz, parallel der breiten Oberfläche abgenommen, zeigt nach fünfstündiger Behandlung mit concentrirter Kalilauge nur eine geringe Veränderung. Nach Zusatz von Wasser bleibt die Masse formlos; nur hie und da sieht man eine Reihe sehr großer, aneinander grenzender blasser Zellen mit Kernen. Auch nimmt man dunkle krumme Streifen wahr, welche netzförmig sich aneinander reihen.

Nach fünfstündigem, vierundzwanzigstündigem und auch nach zehntägigem Verweilen in concentrirter Kalilauge (im letzten Falle beim Zutritt der Luft) weichen die Maschen eines etwas dickeren Stückes der grauen Substanz, von der Fläche des Querdurchschnittes genommen, auf Zusatz von Wasser augenblicklich auseinander und bekommen ein zelliges Ansehen, ähnlich den Mecenchymzellen der Pflanzen (Fig. 106 a). Durch gelinden Druck und Reiben trennen sich die Zellen sehr leicht und haben isolirt eine eiförmige Gestalt, welche sie beim Drehen um ihre größere Achse beibehalten.

sehr geringer Menge, Chlornatrium und schwefelsaures Kali. In 100 Theilen Fischbein sind von diesen in Aether und Al-

---

Im Innern, besonders an einer Stelle ist Etwas von einer körnigen Substanz sichtbar, vielleicht Ueberreste von Kernen (Fig. 106 b).

Ein sehr dünnes Stück schwarzer Substanz von der Querschnittfläche genommen, erhält nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ein dunkleres Ansehen. Die Begränzung der concentrischen Plättchen ist sehr deutlich; nur hier und da scheinen sie in einander überzugehen. Zwischen den Schichten sieht man kleine dunkle Flecken. Durch Zusatz von Wasser trennen sich die Plättchen oftmals ein wenig und bilden dann ein Netz mit sehr langen, schmalen Maschen.

Ein sehr dünnes Stück schwarzer Substanz, längs der Oberfläche abgenommen, hat nach fünfstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali kaum eine Veränderung erlitten. Durch Zusatz von Wasser weichen die concentrischen Lagen von einander und erhalten ein netzförmiges Ansehen, gleich wie bei der grauen Substanz. In dem Markkanälchen sieht man nichts als eine dunkle körnige Substanz.

Ein sehr dünnes Stück schwarzer Substanz, von der Fläche des Querdurchschnittes genommen, zeigt nach achtundvierzigstündiger Einwirkung von starker Kalilauge die concentrischen Hülsen um das Markkanälchen sehr deutlich. Durch Zusatz von Wasser weichen die Schichten einiger Kanäle auseinander und erlangen dadurch ein netzförmiges Ansehen. Andere Kanäle isoliren sich mit allen ihren concentrischen Schichten (Fig. 107). Durch Reibung lösen sich diese letzteren, eine oder mehrere zugleich auswendig ab (Fig. 108) und legen sich auf ihre breite Oberfläche, deren Breite die Dicke des Körpers angiebt (Fig. 109).

Diese Scheiben besitzen keine deutliche Struktur, sie sind sehr blaß und müssen so angesehen werden, als wären sie längs der Oberfläche abgesondert, da sie sich in dieser Richtung umgekehrt haben.

Ein dickeres Stück der schwarzen Substanz, der Fläche des Längs- oder des Querdurchschnittes entnommen, hat nach vierundzwanzigstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ein dunkles Ansehen; seine Theile weichen auf Zusatz von Wasser auseinander und nehmen eine zellige Struktur an. Durch Reiben löst es sich ganz in Zellen auf, welche sich isoliren und sich in nichts von denen der grauen Substanz unterscheiden.

Aus jenen Beobachtungen folgt, daß Fischbein aus dünnen Lamellen besteht, welche eines Theils parallel der Oberfläche liegen, andern Theils parallel und ununterbrochen fortlaufende Kanäle concentrisch umgeben, welche letztere Fettzellen und eine körnige schwarze Substanz enthalten; — daß zwischen den Lamellen kleine Zwischenräume bleiben, welche, was wenigstens die concentrischen Schichten betrifft, wahrscheinlich durch die erwähnten strahlenförmigen Streifen mit den Fischbeinkanälen in Verbindung stehen; — daß eine jede Lage aus einer Menge plattgedrückter Zellen besteht, deren Inhalt von Kali aufgelöst wird; — daß jene Zellen später durch Zusatz von Wasser anschwellen und sich isoliren, wenn sie nicht durchschnitten sind; — daß sie hingegen verbunden bleiben und ein netzförmiges Ansehen erhalten, wenn sie durchschnitten sind, wie es bei sehr feinen Durchschnitten der Fall ist. Die Zellenwand widersteht also viel länger der Einwirkung von Kali als der Inhalt und die verbindende Substanz.

Man hat ferner in chemischer Beziehung im Fischbeine zu unterscheiden: 1) Zellenwände, 2) Zelleninhalt, 3) Intercellularsubstanz, wovon die

kohol löslichen Stoffen 3,85 Theile enthalten. Durch vierundzwanzigstündiges Kochen mit Wasser werden nur 1,88 Procent einer dem Leim verwandten, aber doch davon verschiedenen Substanz ausgezogen. Es enthält außerdem 1,17 Procent unorganische Stoffe, welche aus Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaurem Kalk, phosphorsaurem Kalk, Eisenoxyd, Phosphoreisen, Schwefeleisen und Kieselsäure bestehen. Phosphor ist nicht darin gefunden, aber ein constanter Gehalt an Schwefel von 3,6 Procent.

Concentrirte Schwefelsäure verwandelt das Fischbein in eine schleimige Substanz, welche sich zum größten Theile in Wasser auflöst. Salpetersäure erzeugt daraus Xanthoproteinsäure, Salzsäure, humussaures Ammoniak. Concentrirte Essigsäure macht Fischbein gelatinös und löst es endlich auf. Aus dieser Lösung fällte Van Kerckhoff mit Ammoniak Proteinbioxyd:

$$C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ ^{*}).$$

Dieses Proteinbioxyd kann unter den vorliegenden Umständen kein Zersetzungsproduct, es muß vielmehr ein Bestandtheil des Fischbeins oder wenigstens auf sehr einfache Weise daraus entstanden sein.

Durch die Einwirkung von Kali und darauf von Chlor auf jene Auflösung erhielt Van Kerckhoff dieselbe Chlorverbindung, welche, wie wir S. 561 sahen, aus Horn dargestellt wird **): $C_{40}\ H_{62}\ N_8\ O_{17}\ Cl_2\ O_3$.

---

beiden letzten in sehr geringer Menge darin enthalten sind, 4) Fettzellen und 5) eine schwarze körnige Substanz (Donders und M.).

*)

	gef.	At.	ber.
C	53,68	40	53,36
H	7,21	62	6,75
N	14,39	10	15,43
O	24,72	14	24,44

Scheikundige Onderzoekingen, Deel II. p. 396.

**)

	gef.	At.	ber.
C	46,72	40	46,34
H	5,78	62	5,87
N	11,49	8	10,75
O	29,94	20	30,33
Cl	6,06	2	6,71

Durch längere Einwirkung von Chlor auf fein vertheiltes Fiſchbein wird eine Chlorverbindung von Proteinbioxyd gebildet, welche folgende Zuſammenſetzung hat: $C_{160}H_{248}N_{40}O_{65}Cl_6 = 4\ (C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}) + 3\ Cl_2O_3$ *).

Auch dies beweiſt wiederum die Präexiſtenz oder wenigſtens die leichte Bildung des Proteinbioxyds im Fiſchbein.

Was die Zuſammenſetzung des Fiſchbeins und zwar der Geſammtmaſſe deſſelben betrifft, ſo fand Van Kerckhoff dafür folgenden Ausdruck:

$$C_{106}H_{164}N_{28}O_{34}S_3$$ **).

oder:

$$2\ (C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}) + S_3 + 2\ (C_{13}H_{20}N_4O_5).$$

Wenn wir von dem Bindemittel abſtrahiren und die Zellenwand allein berückſichtigen, was bei dem Fiſchbein eben ſo gerechtfertigt erſcheint, als beim Horn oder den Haaren, und wenn wir dabei die Eigenſchaften des Fiſchbeins in Erwägung ziehen, ſo ſcheint die folgende Formel der wahre Ausdruck ſeiner Zuſammenſetzung zu ſein:

$$C_{80}H_{124}N_{20}(O_{26}S_2)$$ ***)

welche Formel einerſeits der von Van Kerckhoff gefundenen

---

*) Scheik. Onderz. Deel II. p. 403.

	gef.	At.	ber.
C	48,11	160	48,63
H	6,03	248	6,15
N		40	14,08
O		65	25,85
Cl	5,32	6	5,29.

Jene Chlorverbindung iſt bei 115° getrocknet; ſie hat bei 100° die Zuſammenſetzung: $2\ (C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}) + 3\ Cl_2O_3$.

**)

	gef.	At.	ber.
C	51,86	106	51,91
H	6,87	164	6,56
N	15,70	28	15,88
O	21,97	34	21,78
S	3,60	3	3,87.

***)

	At.	ber.
C	80	52,43
H	124	6,64
N	20	15,19
O	26	22,29
S	2	3,45.

procentischen Zusammensetzung entspricht, und anderseits über die Entstehung der meisten Zersetzungsprodukte des Fischbeins Rechenschaft giebt, welche mir überhaupt mit keiner vom Fischbein bekannten Eigenschaft im Widerspruch zu stehen scheint. Sie enthält die Elemente von:

$$2\,(C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}) + O_2S_2.$$

Haare.

Von den bis jetzt abgehandelten Geweben weichen die Haare wesentlich ab und verdienen daher eine specielle Betrachtung.

In einer Vertiefung der Haut, wo ein gefäßreiches Gewebe liegt, wird ein Cytoblastema abgesondert, welches Zellenform annehmen kann. Die Zellen, welche sich beständig, und zwar von unten her, erneuern, verdrängen die schon fertigen Zellen, treiben sie allmälig durch eine Oeffnung auf die Oberfläche der Oberhaut und verlängern fortwährend das hervorragende Ende.

Die in der Haarwurzel noch deutlichen Zellenreihen lassen sich im Haare bei manchen Thieren nicht mehr erkennen. Das ganze Haar ist mit einem Epithelium bedeckt, welches sich nach Einwirkung von Schwefelsäure in Plättchen von der Oberfläche ablöst (Fig. 111). Dies Epithelium, welches aus aneinander gereihten plattgedrückten Zellen besteht, bildet an den Vereinigungsstellen jener Zellen die auf dem Haar leicht zu erkennenden krummen Querstreifen. Die hierauf folgenden Zellenreihen, welche die Hauptmasse des Haares ausmachen, bilden kleine dünne Lamellen (Fig. 112 c) oder Fäserchen (b), welche, mit einander vereinigt, Bündel (a) darstellen, während von den in der Mitte des Haares liegenden Zellen meistens noch Spuren übrig bleiben (Fig. 113). Jene aus kleinen Plättchen oder Fasern bestehende Substanz, den wesentlichen Bestandtheil der Haare, nennt man corticale, die innere medulläre Sub-

stanz, Namen, statt welcher ich lieber die Bezeichnungen Haargewebe und Mark gebrauchen möchte. Letzteres fehlt mannigmal, oder findet sich nur stellenweise im Haar. Das Haargewebe oder die eigentliche Haarsubstanz besteht aus parallelen zum Theil auf einander liegenden Bündeln. Legt man ein Haar in concentrirte Schwefelsäure, so läßt sich das Epithelium durch gelindes Reiben in Scheiben davon trennen (Fig. 111), und die Substanz, welche die Fasern vereinigte, löst sich auf: die Fasern weichen in Bündeln von einander, und das Haar bekommt eine rauhe Oberfläche. Jene Bündel spalten sich durch Reibung in dünnere und kleinere Fasern oder Lamellen, welche sich als kleine, zusammengedrückte und verlängerte Zellen deutlich zu erkennen geben. Es gelingt indessen nicht, sie durch Anschwellung wieder in reine Zellen umzuformen.

Die Primitivfasern des Haares sind nach der Ansicht von Van Laer, welche ich früher mit ihm theilte, eine Schwefel-Proteinverbindung, und zwar

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}S_2.$$

Sie enthalten nämlich 5% Schwefel.

Das hypothetische Bindemittel jener Fasern ist nicht zu isoliren; es wird von allen als Trennungsmittel angewandten Verbindungen zersetzt. Wahrscheinlich ist die medulläre Substanz, welche in der Mitte des Haares liegt, in ihrer Zusammensetzung den Primitivfasern gleich. Denn sie besteht ja aus unveränderten Haarzellen, woraus durch bloße Metamorphose Haarfasern gebildet werden *).

*) Haare (schwarze Hauptthaare), welche drei Stunden lang in Kali (in 1/4 Wasser gelöst) gelegen haben, sind dunkel, und es ist nichts zu unterscheiden. Nach Zusatz von Wasser werden sie durchsichtig, und man sieht an den Kanten sehr durchscheinende Ränder; an einzelnen Stellen gewahrt man blasenförmige Anschwellungen, deren körniger Inhalt ausfließt und aufgelöst wird. Die Haarfasern sind hier und da mit verlängerten dunklen Streifen untermischt. Die blasigen Anschwellungen sind nicht bei allen Haaren sichtbar; wo sie erscheinen, sind sie so scharf begrenzt, daß man sie für Zellen halten möchte, mit großen Körnern angefüllt. Der Rand des Haares ist nach Zusatz von mehr Wasser noch besser von dem darunter liegenden sehr geschwollenen Haargewebe zu unterscheiden, und scheint aus

Van Laer hat für das Haar die Zusammensetzung $C_{53}H_{82}N_{15}O_{17}S_2$ gefunden *). Wenn wir davon die Schwe-

---

mehreren auf einander liegenden Schichten zu bestehen. Hier und da lösen sich Scheiben von der Oberfläche ab, und zwar in der Richtung von der Basis des Haares nach dem Ende zu, indem sie nach außen hervorstehen, aber mit dem unteren Ende festhaften (Fig. 110 l).

In concentrirter Kalilauge (nach vier Stunden) bleiben die Haare dunkel und nicht geschwollen. Durch Zusatz von Wasser schwellen sie stark an, und das Epithelium wird sehr hell und durchscheinend.

Barthaare, welche vier Stunden in concentrirter Kalilösung gelegen haben, verhalten sich wie die vorigen. Durch Wasser schwillt Alles stark an, das Epithelium berstet und der Inhalt löst sich auf; nach späterem Zusatze von Schwefelsäure ist das übrig gebliebene Epithelium sehr deutlich zu sehen. Dieses Epithelium, welches aus einer Proteinverbindung besteht, unterscheidet sich von der Epidermis dadurch, daß die Plättchen sich nicht mehr zu Zellen ausdehnen lassen.

Barthaare, welche dreiviertel Stunden in concentrirter Schwefelsäure gelegen haben, sind rauh durch das hervorstehende Epithelium, welches sich durch Reiben in größeren Lamellen ablöst, worauf man die Querstreifen des Haares deutlich erkennt (Fig. 113 a); durch stärkeres Reiben isoliren sich die abgelösten Epithelialplatten (b). Durch Druck löst sich das ganze Epithelium in großen Lamellen ab, und es theilt sich die darunterliegende Haarsubstanz (secundäre Haarbundel [Fig. 112 a]) in feine Fasern (b) oder Plättchen (c), welche unter Einwirkung der Schwefelsäure ziemlich angeschwollen sind.

Schwarze Hauptharre sind nach vierundzwanzigstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge stark geschwollen und sehr weich; durch Zusatz von Wasser zertheilt sich das Epithelium und das eigentliche Haargewebe, und löst sich größtentheils auf, ohne Zellenform anzunehmen, während das Mark isolirt übrig bleibt, welches bei durchfallendem Lichte dunkel erscheint und mehr oder weniger eine zellige Struktur wahrnehmen läßt (Fig. 113 a). Schwarze Barthaare, 24 Stunden mit Kali behandelt, verhalten sich vollkommen gleich (Fig. 113 b).

In der Haut eines ausgewachsenen Fötus findet man immer zwei folliculi der Haare (lanugo) neben einander; die daraus entstehenden Haare laufen parallel, kreuzen sich später hin und treten dicht nebeneinander aus der Oberhaut hervor (Donders und M.)

*) Van Laer, in Skeik. Onderz. Deel I, p. 177.

	gef.	At.	ber.
C	50,65	53	50,42
H	6,36	82	6,33
N	17,14	16	17,52
O	20,85	17	21,03
S	5,00	2	4,99 =

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}S_2 + C_{13}H_{20}N_6O_5.$$

Die Analysen von Scherer (Ann. der Pharm., 1841, Oktober, S. 55) stimmen mit jenen im Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte fast ganz überein.

	I.	II.	III.
C	51,53	50,65	50,62
H	6,69	6,77	6,64
N	17,94		
OS	23,84.		

felproteinverbindung abziehen, so bleibt $C_{13}H_{20}N_6O_5$ für das hypothetische Bindemittel übrig, eine Substanz, welche mit dem leimgebenden Stoffe einige Aehnlichkeit hat.

Obige Ansicht — ich wiederhole es — habe ich früher mit Van Laer getheilt. Seit indeß die andern Horngewebe untersucht sind, und sich meine Kenntnisse in dieser Hinsicht erweitert haben, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daß jene Formel für die Zusammensetzung des Haares nicht die richtige ist. Denn erstens spricht keine einzige der chemischen Reactionen für das Vorhandensein eines solchen Bindemittels, und ebenso wenig liefert die mikroskopische Untersuchung einen Beweis für die Gegenwart einer wägbaren Menge derselben; ferner stimmen die Eigenschaften der Haare mit jener Annahme gar nicht überein, z. B. die Eigenschaft, von concentrirter Essigsäure nicht verändert zu werden, da diese Säure doch alle anderen Horngewebe angreift und manche derselben ganz auflöst. Dazu kommt, daß für die chemische Zusammensetzung der Haare ein viel einfacherer Ausdruck sich darbietet, nämlich folgender: $2\,(C_{40}H_{62}N_{12}O_{12})S_3$. Diese Formel drückt die Zusammensetzung von Proteinbi- und -tritoxyd aus, worin ein Theil des Sauerstoffs durch Aequivalente von Stickstoff und Schwefel vertreten ist, wie folgendes Schema zeigt:

$$C_{80}H_{124}N_{20}(O_{24}N_4S_3)\ *)$$

$$O_{29}$$

$$= C_{40}H_{62}N_{10}O_{14} + C_{40}H_{62}N_{10}O_{15}$$

$$= 2\,(C_{40}H_{62}N_{10}\,[O_{12}N_2S])\,S.$$

Es bleibt mir noch übrig, diese Vorstellung zu rechtferti-

Bei jener Berechnung muß aber noch ein Gehalt an 0,53% Phosphor berücksichtigt werden, so daß das Haar besteht aus: $12\,(C_{32}H_{22}N_{16}O_{17}S_6) + P_2$, verbunden mit schwefelsaurem und phosphorsaurem Kalk, Eisenoxyd, Chlornatrium, schwefelsaurer Magnesia, und mit den in Alkohol und Aether löslichen Stoffen: Margarin, Margarinsäure, Elain und milchsaurem Ammoniak.

*) Obige Formel steht ganz mit der für die Haare gefundenen procentischen Zusammensetzung in Uebereinstimmung.

gen; die Richtigkeit derſelben läßt ſich zwar nicht beweiſen, aber ſie hat gegenwärtig einen weit höhern Grad von Wahrſcheinlichkeit für ſich als eine jede andere Annahme.

Zuerſt muß bemerkt werden, daß das Protein ein Aequivalent Stickſtoff verlieren und an deſſen Stelle Sauerſtoff aufnehmen kann. Denn wir kennen eine Verbindung, welche ſtatt 10 At. Stickſtoff nur 8 Atome enthält.

Die hauptſächlichſte Stütze findet aber obige Anſicht in dem Verhalten der Haare gegen Chlorgas. Die Haare behalten nämlich unter der Einwirkung dieſes Gaſes ganz ihre Form bei und nehmen wenig an Gewicht ab: ſie werden nur mürbe. Dies Verhalten iſt ganz verſchieden von demjenigen des Horns und des Fiſchbeins.

Wird Chlor längere Zeit durch Waſſer geleitet, worin Haare ſuspendirt ſind, ſo entſteht chlorigſaures Protein *). Dieſe Verbindung mit Ammoniak zerſetzt, gab nach Auszug des Ammoniakſalzes durch Alkohol Proteintritoxyd, aber waſſerfrei **).

Die durch Einwirkung des Chlors auf Haare entſtandene Chlorproteinverbindung kann als einziges und Hauptprodukt

---

	At.	ber.
C	80	50,92
H	124	6,45
N	24	17,64
O	24	19,66
S	3	6,00.

*) Von Laer, in Scheik. Onderz. Deel I, p. 160.

	I.	II.	III.	IV.	At.	ber.
C	49,02	49,67	18,15	48,07	40	48,76
H	6,08	6,08	5,94	5,93	62	6,16
N	14,09				10	14,11
O	18,09				12	19,13
Cl_2O_3	12,61			12,62	1	11,84.

Die Analyſen I. und II. ſind vom Menſchenhaar, III. und IV. vom ſchwarzen Pferdehaar.

**) Van Laer, in Scheik. Onderz. p. 161.

	gef.	At.	ber.
C	52,35	40	52,44
H	6,67	62	6,64
N	15,07	10	15,19
O	25,91	15	25,73.

dieser Reaction angesehen werden. Die Haare werden zwar mürbe, behalten aber doch ihre Form bei. Es präexistirt also im Haare eine Proteinverbindung, welche unter dem Einflusse des Chlors 4 At. Stickstoff und 3 At. Schwefel verliert und dafür 2 (Cl_2O_3) oder die Elemente von 2 At. chloriger Säure aufnimmt, welche mit zwei At. Protein in Verbindung treten. Bei diesem Austausche erhält sich nicht allein die Form der Haarfasern, sondern auch die Form des ganzen Haares. Wie jene chemische Veränderung vor sich geht, ist nicht schwer zu erklären; es verbinden sich 4 At. Stickstoff mit 12 Atomen Wasserstoff, während sich 4 At. Chlor mit 6 At. Sauerstoff vereinigen. So entsteht durch Wasserzersetzung und unter Bildung von Salmiak die genannte Chlorverbindung, während der Schwefel ausgeschieden wird.

Wenn man Haare in verdünnter Kalilauge auflöst und die Auflösung mit ein wenig Essigsäure vermischt, so präcipitirt sich Protein, aber in so geringer Menge, daß man es nicht für wesentlichen Bestandtheil des Haars halten kann. Versetzt man die vom Protein abfiltrirte Flüssigkeit mit einem Ueberschusse von Essigsäure, so entsteht ein Niederschlag von Proteinbioxyd $C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}$. Der Sauerstoff des Kalis wurde hierbei gegen den Schwefelgehalt des Haares ausgetauscht und Schwefelkalium gebildet. Auch von dieser Zersetzung giebt die obige Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung des Haars Rechenschaft, nur bleibt noch unbestimmt, was aus den 4 At. Stickstoff geworden ist; wenn sich daraus durch Wasserzersetzung Ammoniak erzeugt (welches in der That bei jener Zersetzung ausgetrieben wird), so sind dadurch 6 At. Sauerstoff frei geworden; da außerdem 3 At. Schwefel aus 3 At. Kali unter Bildung von Schwefelkalium 3 At. Sauerstoff entbinden, aber zur vollständigen Umwandlung des Proteins in Bioxyd nur 4 At. Sauerstoff erfordert werden, so sind immer noch 5 At. Sauerstoff übrig, deren Verwendung unerklärt bleibt und noch zu erforschen ist.

Was nun zum Schlusse diejenige Proteinverbindung betrifft,

welche anſtatt 10 At. Stickſtoff nur 8 Atome Stickſtoff enthält, ſo erleidet das Proteinbioxyd, welches man aus dem Haare erhält, ſowie dasjenige, welches im Haare vorzukommen ſcheint und aus dem Fiſchbeine leicht entſteht, unter der Einwirkung des Chlors eine weſentliche Veränderung. Wenn man aus der Auflöſung des Haars in Kali zuerſt das Protein durch ein wenig Eſſigſäure ausfällt und dann Chlor durch die Proteinbioxyd enthaltende Flüſſigkeit leitet, ſo erhält man einen Niederſchlag, welcher beſteht aus: $C_{40}H_{62}N_8O_{17} + Cl_2O_3$ *). Dieſe Verbindung enthält außer der chlorigen Säure 5 At. Sauerſtoff mehr und 2 At. Stickſtoff weniger als Protein.

Sie entſteht aus Proteinbioxyd unter Waſſerzerſetzung und Bildung von Ammoniak, wie folgt:

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{14} + H_6O_3 = C_{40}H_{62}N_8O_{17} + N_2H_6.$$

Erſtere Subſtanz verbindet ſich mit chloriger Säure, während Ammoniak mit der in der Flüſſigkeit enthaltenen Salzſäure zuſammentritt.

Jene Verbindung, obgleich nur künſtlich hervorgebracht, iſt darum doch wichtig für die Kenntniß des Proteins, da ſie die Möglichkeit darthut, daß Protein mehr Sauerſtoff aufnimmt und Stickſtoff verliert. Auf dieſelbe Weiſe kann aus dem thieriſchen Körper Protein unter Sauerſtoffabſorption verſchwinden, und möglicher Weiſe iſt obige Subſtanz (natürlich frei von chloriger Säure) in gewiſſen Krankheitsprodukten enthalten.

Durch verdünnte Schwefelſäure wird Haar beim Kochen in humusſaures Ammoniak verwandelt, und unter Sieden entdurch Ameiſenſäure; eine Veränderung, welche Protein auch weicht Fäulniß erleidet. Salzſäure erzeugt damit humusſau-

*) Van Laer, in Scheik. Onderz. Deel I, p. 171.

	I.	II.	At.	ber.
C	46,16	45,83	40	46,34
H	5,74	5,85	62	5,87
N		11,25	8	10,75
O		24,30	17	25,78
Cl_2O_3	11,89	12,77	1	11,26

Siehe oben S. 561 u. 568.

res Ammoniak und Salmiak, Salpetersäure Xanthoproteinsäure. Die Haare widerstehen der Einwirkung von concentrirter kochender Essigsäure und unterscheiden sich dadurch von anderen Proteinverbinduugen, z. B. von Fibrin, Albumin, Casein, ferner vom Fischbein, Horn und der Oberhaut.

Kochendem Wasser, selbst im Papin'schen Topfe bieten die Haare lange Widerstand und geben nicht genau studirte Zersetzungsprodukte, unter andern ein rothes Extract.

Die Farbe der Haare scheint nicht von materiellen Verschiedenheiten abzuhängen.

Die verschiedene Beschaffenheit der Haare verschiedener Thiere rührt von geringen Beimengungen her; ihren Hauptbestandtheilen nach sind sie identisch (Wolle u. s. w.).

Die Thatsache, daß die Oberhaut und Nägel in ihrer Zusammensetzung so nahe mit den Haaren übereinstimmen und doch in ihren Eigenschaften, wie durch die Auflöslichkeit der ersteren und die Unauflöslichkeit der letzteren in concentrirter Essigsäure u. s. w. so sehr von einander abweichen, erfordert noch eine specielle Untersuchung. Vom Horn und Fischbein ist übrigens die Zusammensetzung der Haare wesentlich verschieden. Ich will, um dies anschaulicher zu machen, die Resultate je einer Analyse aller jener Verbindungen zusammenstellen *).

Aus denselben geht deutlich hervor, daß Scherer sich geirrt hat, da er sie für gleich zusammengesetzt betrachtet.

Unsere obigen Betrachtungen berechtigen uns, wie ich glaube, zur Annahme der nachfolgenden Formeln:

---

*)

	Pferdehuf.	Oberhaut.	Horn.	Fischbrin.	Haare.
C	51,41	50,28	51,03	51,86	50,65
H	6,96	6,75	6,80	6,87	6,36
N	17,46	17,21	16,24	15,70	17,14
O	19,94	25,01	22,51	21,97	20,85
S	4,23	0,74	3,42	3,60	5,00.

Für Fischbein $C_{80}\ H_{124}\ N_{20}\ O_{26}\ S_2$

» Haare $2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ N_2\ S])\ S$

» Horn $2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ S) + N_2\ H_4$

» Hufe der Kühe und Pferde $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ (O_{12}\ N_4) + 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ S_2])$.

Niemand wird bezweifeln, daß es gegenwärtig unmöglich ist, zu bestimmen, wie die Schwefelatome gelagert sind, und gern gebe ich obige Betrachtungsweise gegen jede andere auf, welche besser ist. Für jetzt scheint sie mir übrigens ungezwungen zu erklären, was sie erklären soll. Unsere Kenntniß jener Körper ist noch in der Entwickelung begriffen. Wer aus den gegebenen Erklärungen der obigen Zersetzungserscheinungen folgern will, daß ich das Protein für ein Radikal halte, den muß ich erinnern, daß ich oft auf die complexe Natur des Proteins hingewiesen habe (S. 320) und mich hier noch einmal besonders gegen diese Ansicht verwahre. Meiner Meinung zu Folge tauscht einer von den vielen Stoffen, welche die Proteingruppe bilden, seine Bestandtheile aus und nimmt Sauerstoff, Schwefel oder Stickstoff auf, nicht aber die ganze Gruppe. Wir schreiben die Formel der Benzoesäure $= C_{14}\ H_{10}\ O_2 + O$, aber Niemand wird so unchemisch sein, sich die Verbindung wirklich so vorzustellen.

Den obigen Betrachtungen gemäß dürfen wir schließen, daß alle jene aus unveränderten Zellen bestehenden Gewebe Proteinbioxyd als solches oder als Prototyp enthalten, wodurch das, was S. 536 über die ursprüngliche thierische Zellenmembran gesagt ist, eine Bestätigung erhält.

Wenn die Zusammensetzung der Horngewebe wirklich so ist, wie wir angenommen haben, so bedarf nach dem, was S. 354 über die Gegenwart von Proteinbioxyd im Blute angeführt ist, die Entstehung derselben keiner weiteren Erklärung.

Der Ursprung des Schwefels in jenen Geweben ist leicht zu erklären. Er gelangt mit dem Phosphor als Bestandtheil

der Proteinverbindungen, welche sowohl in der vegetabilischen wie in der animalischen Nahrung enthalten sind, in den Körper; und da bei jedem Athemzuge Schwefelphosphorproteinverbindungen zersetzt und daraus Proteinoxyd u. a. gebildet werden, so muß einerseits Phosphorsäure entstehen, welche sich mit vorhandenem Alkali verbindet und als phosphorsaures Salz mit dem Urin vom Organismus ausgeschieden wird, und andrerseits muß Schwefel frei werden. Der Schwefelgehalt der Gewebe ist also direct von dem mit dem Protein in der Nahrung aufgenommenen Schwefel herzuleiten.

Dieser Schwefel scheint, gleich dem Stickstoffe, Sauerstoff in der Proteinverbindung vertreten zu können, in andern Verbindungen scheint er wirklich in der Form von Schwefelammonium enthalten zu sein, welches dem Gewebe beim Stehen an der Luft den Geruch ertheilt und die charakteristischen Fällungen in den Metallsalzen bewirkt.

Schildpatt.

Dies merkwürdige Gewebe, welches ein Epithelium der Schildkrötendecke genannt werden kann, schließt sich ganz an die bisher abgehandelten Gewebe. Es besteht aus platt auf einander liegenden und ineinander verwebten Zellen (Fig. 114 und 115), welche nur schwierig die ursprüngliche Zellenform wieder annehmen. Von diesen plattgedrückten Zellen sind mehrere zu einem Plättchen verbunden, und diese Plättchen in großer Menge auf einander gehäuft *).

*) Schildpatt, der Oberfläche parallel von der Innenseite genommen, zeigt krumme, unregelmäßig verlaufende Linien. Auf dem Querschnitte betrachtet, sieht man einzelne Lamellen auf einander liegend, worin sich eine Menge dunkler, gebogener Streifen wahrnehmen lassen; die Lamellen weichen durch Druck von einander, und in jeder sieht man alsdann Spuren von geraden Streifen, so daß sie aus noch dünneren Plättchen zu bestehen scheinen. Auf dem Längsdurchschnitte erkennt man die dickeren Lamellen gleichfalls.

Parallel der Oberfläche zeigen sich nach sechsstündiger Einwirkung von

Die Analyse von Schildpatt hat neben einem Aschengehalte von einem halben Procent folgende Zusammensetzung gegeben *).

Durch Kochen mit Essigsäure wird es gallertartig und giebt mit Wasser verdünnt und filtrirt eine Auflösung, worin

---

concentrirter Kalilauge hier und da längliche runde Umeiße und lange dunkle Streifen; Wasser bringt darin keine merkliche Veränderung hervor. Die Theile sind noch hart; sechsstündige Einwirkung von Kali ist also für dies Gewebe noch nicht hinreichend, um es zu verändern.

Auf dem Querdurchschnitte nimmt man nach sechsstündigem Verweilen in Kaliflussigkeit nichts Besonderes wahr. Durch Zusatz von Wasser wird die Masse heller und die Streifen viel deutlicher; sie sind dicht neben einander gelagert, und in kurzen Zwischenräumen abgebrochen und in einander verwebt. Am Rande der Probe lösen sich kleine Lamellen ab, welche sehr durchsichtig sind und ihre eckige Gestalt mehr oder weniger verlieren. Auf der Oberfläche desselben zeigen sich die Streifen in Form von Maschen, wie beim Fischbein u. s. w.

Nach sechsstündigem Verweilen in concentrirter Schwefelsäure sind die Stuckchen, parallel der Oberfläche abgenommen, sehr gelatinös angeschwollen und durchsichtig, mit scharf begrenzten, weit von einander abstehenden gebogenen Linien. Durch Reiben lassen sich nur schwierig Theile ablösen. Zusatz von Wasser verändert ihre Beschaffenheit wenig.

Ein feiner Querschnitt von Schildpatt, worauf vierundzwanzig Stunden lang concentrirte Kalilauge eingewirkt hat, nimmt nach Zusatz von Wasser eine zellige Structur an; die Zellen sind oval, noch einiger Maßen eckig, bedecken einander theilweise, isoliren sich nicht und erhalten dadurch das Ansehen eines Netzes mit länglichen Maschen (Fig. 114).

Nach achtundvierzigstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali bilden sich durch Zusatz von Wasser schöne kugelförmige Zellen (Fig. 115) von hellbrauner Farbe, ohne Kerne, doch mit einem etwas körnigen Inhalte, welcher durch längere Einwirkung von Wasser nicht ganz verschwindet. Die Zellen isoliren sich darauf, und es zeigt sich zwischen denselben eine geringe Menge körniger Substanz.

Schildpatt, welches sechs Monate lang in concenteirter Schwefelsäure gelegen hat, gleicht dem, welches einer vierundzwanzigstündigen Einwirkung von Kali ausgesetzt gewesen ist. Die Zellen haben sich nicht isolirt, sondern hängen noch zusammen, obschon sie aufgequollen sind. Zwischen den eeweiterten Zellen sieht man durchlaufende Kanäle mit einem dränulichen Inhalte.

Nach sechsmonatlicher Einwirkung von Salpetersäure ist fast Alles aufgelöst; nne einige structurlose Stückchen sind übrig geblieben. (Donders und M.)

*) Mit Aether und Alkohol ausgezogen und bei 130° getrocknet:

C	54,89	54,75
H	6,56	6,63
N	16,77	16,46
O	19,56	
S	2,22	

kohlensaures Ammoniak eine reichliche Fällung hervorbringt. Aus der gesättigten, warm filtrirten essigsauren Auflösung setzt sich ebenfalls während des Abkühlens ein weißer Niederschlag ab, und die darüberstehende Flüssigkeit bleibt milchig. Die klare, saure, Essigsäure enthaltende Lösung giebt mit basisch essigsaurem Bleioxyd eine starke weiße Fällung.

Bei der Behandlung mit kochender concentrirter Essigsäure bleibt eine große Menge unaufgelöst zurück.

Schildpatt wird von Kalilauge aufgelöst, und die Flüssigkeit giebt, mit wenig Essigsäure versetzt, einen weißen Niederschlag, welcher fest am Glase haftet und stark zusammenbackt wie ein Harz. Durch eine größere Menge Essigsäure vermehrt sich der Niederschlag nicht.

Weiter ist die chemische Natur des Schildpatts bis jetzt nicht untersucht. Aus obigen Daten geht inzwischen hervor, daß es von allen andern Horngeweben abweicht.

Leimgebende Gewebe.

Gleich wie in den Pflanzen eine allgemein verbreitete Substanz vorkommt, welche die Zellen und die aus Zellen hervorgegangenen Theile bildet (die Cellulose), so finden wir auch im thierischen Körper eine Verbindung in ähnlicher Verbreitung, die wir früher (S. 330) mit dem Namen „leimgebende Substanz“, bezeichnet haben. Wir haben damals schon bemerkt (S. 331), daß sie nicht, wie die Cellulose im Pflanzenreiche, die primären Zellen des thierischen Organismus bildet, und daß sie in dieser Beziehung keine Analogie mehr mit jener besitzt.

Vom Standpunkte der Gewebelehre aus lassen sich nicht alle Theile der Organe, welche beim Kochen Leim geben, in eine Rubrik zusammenfassen. Denn die leimgebende Substanz nimmt, wie die Cellulose bei den Pflanzen, verschiedene For-

men an und vereinigt ſich mit anderen Verbindungen zu eigenthümlichen Geweben.

Wir kennen als Hauptbeſtandtheil des Organismus ein Gewebe, welches hauptſächlich aus leimgebender Subſtanz beſteht und Bindegewebe heißt, früher auch Zellgewebe genannt wurde, ein Gewebe, welches in faſt allen Organen die Beſtandtheile derſelben mit einander verbindet. Es beſteht übrigens bei gehöriger Entwickelung nicht aus Zellen, ebenſo wenig als wir die Spiralgefäße der Pflanzen Zellen nennen (ſ. S. 96). Es iſt vielmehr aus fadenförmigen, in Schlangenwindungen laufenden Cylinderchen (Fig. 116 u. 124) zuſammengeſetzt, welche meiſtens durch ein formloſes oder körniges Bindemittel bündelweiſe verbunden ſind. Dieſe Bündel vereinigen ſich auf's Neue unter einander zu größeren Bunden oder Häuten, wobei die Fäden dann entweder in verſchiedenen Richtungen ſich kreuzen, wie in der Haut und dem ſogenannten Zellgewebe, welches unter der Haut liegt, oder einander parallel laufen, wie in den Sehnen und vielen ſeröſen und fibröſen Häuten. Eſſigſäure macht die Fäden durchſichtig und gelatinös (Fig. 121, 1); in manchen Fällen ſieht man nach Einwirkung der Eſſigſäure Fäden, welche die anderen gleichſam umſchlingen und in vielerlei, meiſtens ſpiralförmigen, oft auch in vollkommen kreisförmigen Richtungen ſich über die Oberfläche derſelben hinlegen; auch findet man zuweilen unter den Fibern des Bindegewebes einige damit parallel laufende (Fig. 121, 2), welche ebenfalls durch Eſſigſäure nicht gelatinös werden und von den umwickelnden Fäden nicht verſchieden zu ſein ſcheinen. Letztere verhalten ſich ganz wie elaſtiſches Gewebe.

Schon aus dieſem Grunde iſt die Zuſammenſetzung des leimgebenden Gewebes nicht einfach und kann mit der des Leims unmöglich identiſch ſein. Hat Scherer dennoch bei der Analyſe der Sehnen Zahlen erhalten, welche mit meinen Analyſen des Leims übereinſtimmen (S. 334), ſo zeigt dies nur, wie wenig weit die Genauigkeit der Elementaranalyſen reicht. Scherer hat

nemlich ein Gemenge von Bindegewebe und etwas elastischem Gewebe analysirt*). In dem losen zelligen Gewebe, welches die sekundären Sehnenbündel verbindet, kommen außerdem noch Gefäße und Fettgewebe vor, deren Zellenwände zurückgeblieben sind.

Die wahre Zusammensetzung des Bindegewebes, so wie es sich im Organismus findet, ist besonders deshalb so schwierig zu ermitteln, weil es kein einziges Gewebe giebt, woraus man es vollkommen rein erhält. Wir haben indessen Grund anzunehmen, daß seine Formel mit der des Leims: $C_{13}H_{20}N_4O_5$ zusammenfällt.

Seine Eigenschaften stimmen mit denen des Leims nahe überein, ausgenommen darin, daß es in kaltem Wasser unauflöslich ist. Erst beim Kochen löst es sich auf und verwandelt sich dabei in Leim.

Man unterscheidet formloses und geformtes leimgebendes Gewebe. Das formlose ist aus netzförmig vereinigten Bündeln zusammengesetzt, oder es stellt dünne Lamellen dar, welche hohle Räume bilden, die durch große Oeffnungen mit einander zusammenhängen. Es verbindet die Haut und Muskeln, ferner die sekundären Muskelbündel und ist dasjenige, was wir so eben unter dem Namen Bindegewebe verstanden haben. Hierin liegen die Fettzellen eingeschlossen.

Das geformte leimgebende Gewebe umfaßt zweierlei Arten, das contractile und das uncontractile Gewebe. Zu ersterem gehören die Haut, namentlich des Scrotums, die corpora cavernosa, die Längsfaserhaut und ringförmige Haut der Venen

*) Nach den Analysen von Winkler (Scheik. Onderz. Deel III) haben die Sehnen einer Kuh, mit kaltem Wasser ausgezogen und mit Alkohol und Aether ausgekocht, folgende Zusammensetzung:

C	49,68
H	6,64
N	17,94
O	25,74

Dies ist ohngefähr die Zusammensetzung des Leims. Die elastischen Fibern kommen zwar nur in geringer Menge in den Sehnen vor, aber sie sind doch nicht ganz zu vernachlässigen. Jedenfalls geht aus obiger Analyse hervor, daß Scherer zu viel Wasserstoff gefunden hat, und daß seine Ansichten, welche er in Canstatt's Jahresbericht ausgesprochen hat, nicht richtig sind. (Vergl. was S. 331 über das leimgebende Gewebe gesagt ist.)

und Lymphgefäße. Diese enthalten neben den Fasern des Bindegewebes eine größere Menge von Fibern des elastischen Gewebes, als in dem uncontractilen Gewebe vorkommen. Zu letzterem gehören die Sehnen, welche aus parallel laufenden Bündeln bestehen, durch ein loseres Gewebe von gleichen chemischen Eigenschaften unter einander vereinigt; ferner die auf gleiche Weise gebildeten Bänder, wozu aber nicht die elastischen und die Wirbelbänder zu zählen sind, die Gelenkknorpel (?) (tuschen-gewrichts-kraakbeenderen), die fibrösen Häute, wohin die sclerotica, welche die Nieren, die Eierstöcke, die Milz u. s. w. bedeckt, die dura mater, membrana tympani, die häutigen Klappen der Venen, Lymphgefäße und des Herzens, das neurilema, die fasciae der Muskeln, das periostium und perichondrium zu rechnen; endlich die tunica nervea der Gedärme u. s. w., die Membranen des Serums, die pia mater und choroïdea. Die Menge der in dem letzten Gewebe eingemengten Fibern von elastischem Gewebe ist verhältnißmäßig viel geringer. Niemals scheint es indessen ganz zu fehlen *).

*) Loses Zellgewebe zwischen den Schenkelmuskeln eines erwachsenen Menschen.

Parallel laufende, gebogene, sehr lange, feine Fasern, zu Bündelchen vereinigt (Fig. 116). Sie schwellen in Essigsäure stark an und werden sehr blaß, selbst unsichtbar; hier und da wechseln sie mit den Fasern des elastischen Gewebes ab, die sehr lang sind und in allen Richtungen, zuweilen auch ganz grade laufen. Ein einzelnes Bündel des Bindegewebes enthält drei nebeneinander liegende, kugelförmige Theile, durch schmale Lamellen vereinigt. Hier hadern sich also drei Ringe des elastischen Gewebes um die Faser gelegt.

Nach vierstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge sind sie unverändert; hier und da sieht man eine Faser mit körnigen Anschwellungen. Durch Zusatz von Wasser wird Alles aufgelöst, außer einigen langen, dunnen, gebogenen Fibern des elastischen Gewebes (Fig. 117).

Loses Zellgewebe unter der fascia lata des Oberschenkels, nach funfstundigem Verweilen in Kalilauge. Ovale, von einem dicken Rande umschlossene Oeffnungen, an allen Seiten durch jenen Rand umgeben. Die Ränder bestehen aus einigen verschiedenen Fasern; in den ovalen Räumen findet sich ein körnigrr Inhalt (Fig. 118). Nach Zusatz von Wasser verschwinden die ovalen Oeffnungen, darauf das ganze Gewebe, und es bleiben nur lange, dunne, durchsichtige, gekräuselte Fasern des elastischen Gewebes übrig.

Das ligamentum laterale externum des Unterkiefergelenkes verhält sich in sechsstundigem Liegen in Kaliflussigkeit, wie das

Alle diese Arten von Binde- oder leimgebendem Gewebe entstehen aus Kügelchen mit einem Kerne, worin ein oder zwei Kernkörperchen wahrzunehmen sind. Die daraus gebildeten Zel-

---

odige Bindegewebe unter der fascia. Nach Zusatz von Wasser kommen wieder elastische Fasern zum Vorschein.

Haut vom Oberschenkel eines erwachsenen Menschen, nach vierstündiger Einwirkung von verdünnter Essigsäure. Unter dem Kerne enthaltenden Theile der Oberhaut sind die Fasern des zelligen Gewebes geschwollen und durchsichtig geworden. Man sieht feine, gebogene, kurze elastische Fasern, welche um so stärker und länger werden, je mehr sie von der Oberfläche entfernt liegen (Fig. 119). Sie bilden daselbst durch vielfache Verzweigung und Umbiegung ein Netz, dessen Maschen ganz durchsichtig und von dem geschwollenen zelligen Gewebe eingenommen sind. Die Fasern werden in der Tiefe größer und dicker, sind weniger verschiedenartig und bilden größere Zwischenräume, in denen Fettgewebe liegt. Hier liegen auch die Schweißdrüsen, deren spiralförmige Entleerungskanäle die Haut durchdringen, ferner die glandulae sebaceae und die folliculi der Haare.

Nach funfzigstündigem Verweilen in Kalilauge bleiben auf Zusatz von Wasser sehr viele elastische Fasern übrig, welche breiter sind als in den Sehnen und irgend anderswo und ihre eigenthümlichen Kranzen und auch Verzweigungen besitzen.

Haut von einem Fötus, sieben Stunden in concentrirtem Kali gelegen. Es ist Nichts erkennbar. Auf Zusatz von Wasser bleiben netzartig verbundene elastische Faseen übrig, und zwar an einem Theile des Randes der Probe. In der Mitte des Stückes sieht man, wie in dem Zellengewebe unter der fascia, rundliche, durch einen dicken Rand begränzte Oeffnungen, und darin einen dunklen Inhalt, welcher sich nach längerer Einwirkung des Wassers zertheilt und eine körnige Masse darstellt, die sich hernach auflöst.

Haut von einem Fötus, in Essigsäure bewahrt, zeigt dünne, gewöhnlich sehr kurze elastische Fasern, mit Anschwellungen der Kerne versehen, woraus sie sich gebildet haben.

Die festen Bündel der fascia lata des Oberschenkels besitzen nach sechsstündigem Verweilen in Kali schlangenförmig parallel laufende, feine Fasern, auf denen rechtwinklich breite durchscheinende, mit einer Art von Hülse umgebene Bündel stehen.

In der fascia bestehen die schlangenförmig laufenden Fasern aus elastischem Gewebe. Man trennt sie durch Auseinanderreißen und bekommt alsdann sehr breite Fasern. Nach funfzigstündiger Einwirkung von Kali und Zusatz von Wasser behält man bloß die elastischen Fasern übrig.

Auf dem Querdurchschnitte der Sehne (getrocknet) des semitendinosus (Fig. 120) nimmt man nach Zufügung von Wasser sekundäre Sehnenbündel wahr von verschiedener Größe (1), durch loses zelliges Gewebe (2), mit körniger Intercellularsubstanz, verbunden. In diesem losen Zellgewebe sieht man Durchschnitte von Blutgefäßen (3) und um dieselben rund herum Fettgewebe (4). Jedes sekundäre Bündel zeigt eine Menge verlängerter, regelmäßig vertheilter Punkte, welche die Durchschnitte der Fasern des elastischen Gewebes sind.

Ein Längsdurchschnitt in der Richtung der Achse der Sehne des getrockneten semitendinosus enthält parallel laufende durchscheinende Bündelchen, welche aus dünnen, schlangenförmig gewundenen Sehnenfasern be-

len verlängern sich in zwei Richtungen und ändern sich dabei in Fädenbündel um, woraus endlich der Zellenkern verschwindet (Schwann). Es ist indessen nach Henle nicht ausgemacht,

---

stehen und die mit undurchsichtigen Bundeln abwechseln. Essigsäure macht Alles so durchsichtig, daß man kaum mehr die parallelen Sehnenbündel erkennen kann (Fig. 121 [1]), welche jetzt viel deutlicher sind als vor der Einwirkung von Essigsäure. Außerdem bemerkt man eine Menge schlangenförmig gebogener oder gerader elastischer Fasern, die in sehr regelmäßigen Abständen nebeneinander liegen (Fig. 121, [2]).

In Folge der Einwirkung von Kali findet eine auf dem Querdurchschnitte sichtbare Theilung der sekundären Bündel in kleinere Statt, deren jedes aus sechs bis acht primären Bundeln besteht. Letztere sind durch ein formloses Bindemittel vereinigt, wovon eine dickere Schicht zwischen den sekundären zusammengesetzten Bundeln vorkommt. Auch kommen hierbei die Kernfasern deutlich zum Vorschein, welche nach längerer Einwirkung von Kali und Zusatz von Wasser allein rein bleiben.

Bei der Erweiterung des Querdurchschnittes in Essigsäure biegen sich, in Folge der starken Ausdehnung der Fasern in der Breite, die an den Enden liegenden Theile um und bilden geschwollene Bundel, deren Breite der Dicke der geschwollenen Scheide entspricht, und auf deren Längsrichtung die elastischen Fasern rechtwinklig stehen (Fig. 122). Ein feinerer Querschnitt giebt dünne Bündel (Fig. 123). Da nun diese Bundel nichts anderes als parallele elastische Fasern enthalten, gleichwie auf dem Längsdurchschnitte (Fig. 121, [3]), und keine Querbündel, noch Fasern und Kleister besitzen, so folgt daraus, daß die primären Sehnenbündel, durch keine Hülsen umgeben, noch in Gruppen vertheilt sind, sondern daß sie bei ihrer Ausdehnung in Essigsäure so ineinander dringen, daß sie gleichsam eine einzige Masse ausmachen. Es scheint übrigens die Vereinigung der Fasern in einem gewissen Sinne fester zu sein als in anderen Richtungen, da jene Bundel sich in Reihen losterennen lassen.

Aus jener Beobachtung ergiebt sich, daß die größeren und kleineren Bundel der Sehnen nicht durch häutige Hüllen von einer besonderen Zusammensetzung umgeben sind, sondern daß sie wahrscheinlich von einer Schicht derselben leimgebenden Substanz eingeschlossen sind, welche die Primitivfasern der Sehnen ausmacht, und daß also die sekundären Sehnenbundel außer Fäden des elastischen Gewebes nur leimgebendes Gewebe enthalten. In dem zelligen Gewebe, welches die sekundären Bündel verbindet, kommen übrigens noch Blutgefäße und Fettgewebe vor.

Die Sehnenfasern einer frischen Sehne sind oftmals regelmäßig gekräuselt (Fig. 124); sie kommen übrigens mit denen des losen Zellgewebes überein.

Auflösungen von Sublimat und Gerbsäure sind besonders geeignet, um bei der Untersuchung der Fasern des Sehnengewebes dieselben deutlich hervortreten zu lassen; ebenso Alkohol.

Durch Essigsäure ausgedehnte Fasern des Sehnengewebes nehmen nach der Neutralisation der Säure mit Ammoniak ohngefähr die vorige Gestalt an.

Ligamentum sacro-tuberosum, ein Band, welches den jetzigen Beobachtungen nach aus wahrem Bindegewebe besteht.

Es ist nach funfzigstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge zu einem formlosen Gewebe geworden. Die hier und da hervorstehenden dünnen Fäserchen gleichen einer Perlenschnur, welche durch Aneinanderreihung in regelmäßigen Entfernungen liegender Kugelchen gebildet ist (Fig. 125). Kali

daß jene Fibern zuerst vollkommen entwickelte Zellen gewesen sind; er glaubt vielmehr, daß die mit dem leimgebenden Gewebe so innig verwebten elastischen Fasern aus dem Zellenkerne gebildet werden, während aus der unvollkommen entwickelten Zelle, wozu der Kern gehört, ein Bündel des Bindegewebes entsteht. Die Vorstellung, wenn sie der Wirklichkeit entspricht, erklärt sehr schön und einfach den genauen Zusammenhang, in welchem die Fibern des leimgebenden und des elastischen Gewebes stehen. Ich selbst habe keine Beobachtungen darüber angestellt.

Der gewöhnlichen Ansicht, daß das Bindegewebe unter den gefäßhaltigen Geweben den letzten Platz einnimmt, weil es an den Funktionen des thierischen Organismus den geringsten Antheil habe, läßt sich die Erfahrung gegenüberstellen, daß es sich bei Verlust an Substanz sehr schnell reproducirt. Eine solche rasche Wiederbildung im krankhaften Zustande läßt auf eine große Thätigkeit im normalen Zustande schließen, eine Wiederbildung, welche noch viel schneller erfolgt, als man allgemein glaubt. Es nimmt sogar die Stelle vieler anderen Gewebe ein, wenn diese zerstört sind, und reproducirt sich daher schneller als letztere. Damit sind übrigens nicht die Pseudomembranen der serösen Häute zu verwechseln, welche auf einer gewissen Stufe der Entwickelung aus Proteinbioxyd zu bestehen scheinen *).

Wir haben bereits gesehen, daß das leimgebende Gewebe kein ursprüngliches ist, denn die Haut des Fötus giebt keinen Leim; die Fasern derselben sind nach vierundzwanzigstündigem

hat also auf die verschiedenen Theile der Faser ungleichmäßig eingewirkt, weshalb sich einige der um die anderen herumliegenden Theile leichter, andere derselben viel schwieriger auflösen. Jene Fasern verschwinden großtentheils nach Zusatz von Wasser, und es bleiben die Theile der Fibern, welche sich anfangs als Körnchen darstellten, von der übrigen Masse abgelöst und mit einander gemengt übrig. Durch Zusatz von concentrirter Essigsäure schrumpfen sie zusammen, ein Beweis, daß noch Fasern darin zurückgeblieben sind.

In dem ligamentum scheinen also zweierlei Stoffe vorzukommen, weshalb dasselbe näher untersucht zu werden verdient. (Donders und M.)

*) Scheikundige Onderz. Deel I. p. 557.

Kochen noch unaufgelöst; die aufgelöste Substanz wird Pyin genannt und ist, ihren Eigenschaften nach zu urtheilen, Proteintritoryd, oder die nämliche Verbindung, welche im Eiter vorkommt *); das Ungelöste besteht wahrscheinlich aus elastischem Gewebe. Im Knochengewebe ist zuerst Chondrin enthalten, ehe sich daraus leimgebendes Gewebe erzeugt. (Siehe unten Knochengewebe.)

Die Substanz, woraus sich das Bindegewebe in der Frucht entwickelt, scheint also Proteinoryd zu sein, und diese Bildung dauert wahrscheinlich während des ganzen Lebens in der Reproduction des resorbirten Bindegewebes fort; aber auf welche Weise dies geschieht, ist unbekannt. Denn es läßt sich die Zusammensetzung des Proteinoryds und Leims **) noch in keinen Zusammenhang bringen, selbst dann nicht, wenn wir geradezu den Elementen von Proteintritoryd Stickstoff hinzuzählen und Wasser abziehen wollen, noch wenn wir auf irgend eine andere willkürliche Weise die Relation beider anzudeuten versuchen. Wir haben noch nicht gelernt, aus Protein Leim darzustellen, und bis dies gelingt, bleibt uns auch die Umsetzung im thierischen Organismus unbekannt. Wir sind also noch ganz in Ungewißheit sowohl über die Entstehung leimgebender Stoffe — und damit auch über die Entstehung des daraus gebildeten genannten Gewebe — als auch über das Cytoblastema, oder die zellenbildende Substanz, woraus Bindegewebe entsteht.

Das Vorkommen des elastischen Gewebes in allen leimgebenden Geweben in größerer oder geringerer Menge verdient nicht allein hinsichtlich der Struktur und der Beschaffenheit derselben, sondern auch in Rücksicht auf ihre Entstehung besondere

*) Siehe von Bibra, chemische Untersuchung verschiedener Eiterarten, Berlin, 1842, S. 14 und 230, und Bulletin 1839, p. 406. Scheik. Onderz. Deel 1, 572.

**)

	Proteintritoryd.		Gelatina.	
C	40	51,45	13	30,37
H	64	6,72	20	6,33
N	10	14,90	4	17,95
O	16	26,93	5	25,35

Aufmerksamkeit. Die innige Verwebung der Fasern des Binde- und elastischen Gewebes, die Umschlingung der ersteren durch die letzteren deuten auf einen gemeinsamen Ursprung derselben hin. Doch unterscheiden sie sich wesentlich durch ihre chemische Natur. Wir werden später das elastische Gewebe als eine Verbindung von C_{52} H_{80} N_{14} O_{14} kennen lernen, während das leimgebende Gewebe aus C_{13} H_{20} N_4 O_5 besteht, oder damit polymerisch ist.

Wir haben bereits (S. 582) auf den genauen Zusammenhang zwischen den Fasern des Binde- und elastischen Gewebes aufmerksam gemacht. Die Verschiedenheit ihrer chemischen Zusammensetzung lehrt, daß sie nicht einerlei Ursprungs sind. Wenn wirklich, wie Henle meint, die Fiber des leimgebenden Gewebes aus der unvollkommnen Zellenwand, und die des elastischen Gewebes aus dem Kerne jener unvollkommnen Zelle gebildet wird, so muß offenbar die Bildung der einen die der anderen unterstützen. Die chemische Thätigkeit, welche von dem Kerne ausgeht, wenn daraus eine Fiber des elastischen Gewebes wird, ist der Bildung von Fasern des leimgebenden Gewebes behülflich, und umgekehrt; denn beide Metamorphosen finden in gegenseitiger unmittelbarer Nähe und in denselben Elementarorganen Statt und laufen auf Erzeugung chemisch verschiedener Produkte hinaus.

Jede Erklärung der Entstehungsweise dieser beiden Gewebe aus der Ernährungsflüssigkeit bleibt indessen für jetzt noch fruchtlos.

Wenn wir als ausgemacht annehmen dürfen, daß das Bindegewebe nicht primitiv, sondern ein sekundäres Gewebe ist, so ist damit zugleich bewiesen, daß Leim nicht, wie Liebig meint*), zur Bildung von Zellen und Membranen dienen kann. Wir kennen im ganzen Organismus keine einzige Zelle, welche aus Bindegewebe besteht, und da die Membranen sekundäre Produkte sind, so können sie unmöglich direkt aus Gelatina ent-

*) Thierchemie, 2te Aufl., S. 89 und 90.

stehen. Da andererseits die genossene Gallerte auch nicht in den Fäces, noch im Urin unverändert wiedergefunden wird, so muß sie offenbar zu anderen Zwecken verwandt werden.

Die Relation, in welcher, wie wir Seite 336 gesehen haben, zwei extractartige Stoffe, die unter dem Einflusse von Alkalien aus Protein entstehen, und Leim zu einander stehen, verbreitet einiges Licht über die Entstehungsweise des letzteren. Jedenfalls kann der Leim geformte Bestandtheile des Organismus nicht direct zusammensetzen, sondern wird allenfalls nur im statu nascenti dazu befähigt sein. Wäre der in den Speisen genossene Leim wirklich im Stande Zellen zu bilden, so würde man ihn für eines der wesentlichsten Nahrungsmittel halten müssen; denn Zellen machen den größten Theil der ursprünglichen festen Stoffe des Körpers aus. Nicht in diesem Sinne lassen wir also die Gelatina als Nahrungsmittel gelten. Aber ihre Gegenwart im Blute, wohin sie durch den Genuß von Fleischsuppen u. s. w. gelangt ist, macht die Herstellung des im Organismus verbreiteten leimgebenden Gewebes überflüssig oder weniger nothwendig; je mehr leimgebendes Gewebe in auflöslicher Form als Nahrungsstoff dem Körper dargeboten wird, desto weniger Bindegewebe wird reproducirt.

Wenngleich daher die Gallerte nicht zur Zellenbildung verwandt werden kann, so ist sie aus obigem Grunde doch eine nährende Substanz zu nennen. Bei der Auszehrung unterstützt sie deshalb indirect die Wiederbildung des verlorenen Bindegewebes und macht, bei Abnahme der Körperkräfte mit anderen Speisen genossen, die Nahrung darum besser und kräftiger, weil ihr Vorhandensein im Blute die Herstellung jenes Bindegewebes einschränkt. Immer ist daher die Wirkung der Gelatina eine indirecte. (Siehe Ernährung.)

Sehr viele plattenförmige, aus Bindegewebe entstandene Hüllen, welche seröse Häute genannt werden, sondern im normalen Zustande eine Flüssigkeit ab, welche sich in gewissen Krankheiten bedeutend anhäuft. Man findet sie bei der Bauch-, Brust-

und Gehirnwassersucht. Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit ist verschieden je nach den Häuten, welche sie absondern. Man hat bis jetzt nur das krankhafte Produkt untersucht. Ich gebe hier eine Analyse von Berzelius vom Wasser aus dem Gehirne:

Albumin	1,66
In Alkohol lösliche Stoffe mit milchsaurem Natron	2,32
Chlornatrium und Chlorkalium	7,09
Kohlensaures Natron	0,28
In Alkohol unlösliche organische Materien . . .	0,26
Phosphorsaure Erdsalze	0,09
Wasser	988,30

Ich habe gleiche Resultate erhalten (Berzelius, Bd. 9, S. 198).

Zuweilen kommt noch viel mehr Albumin darin vor, und der Gehalt an dieser Substanz kommt mitunter der Menge des im Blutserum enthaltenen Albumins sehr nahe. Marchand hat im Serum aus der Bauchhöhle Harnstoff gefunden.

Jenes Serum kann daher als verdünntes Blutserum betrachtet werden. Auch stimmt die relative Menge der Salze ganz mit denen des Blutwassers überein; nur der Albumingehalt ist durchgehends kleiner. Bis jetzt ist noch unbekannt, wodurch diese Substanz zurückgehalten wird, wenn die wässrige Flüssigkeit des Blutserums ausschwitzt; aber es verdient diese Thatsache weiter verfolgt zu werden.

Jedenfalls ist die Ansammlung jenes Serums im krankhaften Zustande des Körpers Folge einer Ausschwitzung der Ernährungsflüssigkeit, und es ist unwahrscheinlich, daß es bei normaler Beschaffenheit des Organismus dieselbe Zusammensetzung hat. Es ist vermuthlich im gesunden Körper viel concentrirter; doch ist seine Zusammensetzung noch unbekannt.

Auf den serösen Häuten kommt noch ein einfaches plattenförmiges Epithelium vor, wovon schon S. 545 die Rede gewesen ist. Dieses wird bei Entzündungen rasch abgestoßen, wo-

durch die Ausschwitzung einer größeren Menge Flüssigkeit von anderer Zusammensetzung als im gewöhnlichen Serum genügende Erklärung findet.

Elastisches Gewebe.

Was man im thierischen Organismus elastisches Gewebe nennt, ist ein allgemein verbreitetes, fadiges, sehr biegsames Gewebe, welches bald fast ganz rein vorkommt, bald mit Bindegewebe oder anderen elementaren Formen gemengt ist. Es besteht entweder aus reinen Fasern, wie im ligamentum vocale inferius (Fig. 132); oder aus Fasern mit ausspringenden, gekräuselten Verzweigungen, wie in den ligamentis flavis der Wirbel (Fig. 131); oder aus Fasern mit Zweigen, welche wieder verschmelzen und ein sehr dichtes anastomosirendes Gefäßnetz darstellen, wie in der elastischen Bekleidung der Schlagadern; oder endlich die Ausbreitung und Verbindung der Fibern ist so mannichfaltig, daß sie eine Art dünnes Häutchen bilden, welches den Namen elastische Haut vollkommen verdient, wie in der mittelsten Haut der Arterien und Venen (siehe weiter unten).

Besonders die sich verzweigenden Fasern sind in dem Organismus sehr verbreitet und machen einen Hauptbestandtheil desselben aus *).

---

*) Ein Längsdurchschnitt des Nackenbandes einer Kuh zeigt parallele Fasern, welche in Essigsäure kaum aus einander weichen (Fig. 126). Die einzelnen Fasern sind mitunter rauh von anhängendem Bindemittel (Fig. 127), welches durch Kali aufgelöst wird. Die Isolirung derselben wird dadurch sehr erleichtert (Fig. 128).

Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von Kali sieht man schöne elastische Fasern, etwas dünner als im normalen Zustande, welche Verzweigungen besitzen (Fig. 128) und leicht zu isoliren sind.

Der Querschnitt zeigt runde, mehr oder weniger ovale oder eckige Durchschnitte der elastischen Fasern von verschiedener Größe, welche sehr dicht neben einander liegen, mit sehr wenig Bindemittel versehen sind und in Essigsäure kaum ein wenig von einander weichen (Fig. 129).

Ein Nackenband, welches mehrere Tage in Kalilauge gelegen hat, er-

Die Menge der Fasern des elastischen Gewebes, welche mit verschiedenen anderen Elementarformen vorkommen, ist sehr verschieden. In dem Bindegewebe z. B., wo sie niemals, selbst nicht in demjenigen fehlen, welches die Primitivbündel der Nerven vereinigt, häufen sie sich bisweilen in dem Grade an, daß sie ungefähr die Hälfte der ganzen Masse ausmachen, z. B. in der fascia lata der Oberschenkel, welche wir mit ebenso viel Recht

---

scheint dem unbewaffneten Auge gallertartig und ist, einige dicke weiße Bündel ausgenommen, stark durchscheinend. Unter dem Mikroskop sieht man in der gallertartigen Substanz nur einzelne Kügelchen. In den weißen Bündeln findet man übrigens viele elastische Fasern, die alle scharf begrenzt sind (Fig. 130), und außerdem noch große runde Klumpen, welche aus einer körnigen Substanz bestehen. Letztere wird nicht von Wasser aufgelöst.

Eine gesättigte Kalilauge, welche mit reichlich vier Theilen Wasser verdünnt ist, läßt nach sechsmonatlicher Einwirkung auf ein Nackenband einen Theil desselben ungelöst. Derselbe erscheint unter dem Mikroskop als kleine feine Fasern von elastischem Gewebe.

Concentrirte Schwefelsäure hat es nach sechs Monaten mit brauner Farbe aufgelöst.

In concentrirter Salpetersäure bleibt es zum Theil ungelöst.

In Essigsäure unverändert.

In Salzsäure ist es mit brauner Farbe löslich.

Gelbes Band eines einundzwanzigjährigen männlichen Individuums. Parallel der Oberfläche zeigt sich ein Netz dicht verwebter, sich verzweigender, platter Fasern des elastischen Gewebes, mit ein wenig Zellgewebe untermengt. Die Fibern des elastischen Gewebes bleiben in Essigsäure unverändert und bilden ein Netz zusammenhängender Fäden, die eine helle Substanz einschließen (Fig. 131 a).

Die Fasern, von oben nach unten quer durchschnitten, weichen von einander, und es kommt eine durchscheinende, angeschwollene, zwischen den Fasern liegende Substanz zum Vorschein, welche durch Essigsäure angeschwollenes Bindegewebe ist. Es besitzt keine eigenthümliche Gestalt, sondern füllt formlos die Zwischenräume der Fasern des elastischen Gewebes aus. Auf Zusatz von Kali ziehen sich die Fasern des elastischen Gewebes wieder zusammen; das Bindemittel verhält sich demnach wie Bindegewebe.

Nach achtundvierzigstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge ist keine Veränderung wahrzunehmen. Auf Zusatz von Wasser weichen die elastischen Fasern aus einander, in Folge der Ausdehnung des eingeschlossenen Bindegewebes, und einzelne derselben lösen sich selbst ganz ab.

Die übrig gebliebenen elastischen Fasern haben trotz der Einwirkung des Kalis ihre Elasticität beibehalten. Sie werden nach Neutralisation des Kalis mit Essigsäure durch Zusatz von Jodtinktur sehr stark gefärbt.

Der Querdurchschnitt (Fig. 131 b) mit Essigsäure behandelt. Die elastischen Fasern, deren Durchschnitte mehr oder weniger oval oder eckig sind, weichen bedeutend aus einander und nähern sich wieder durch Zusatz von Ammoniak (Donders und M.)

als aus elastischem Gewebe zusammengesetzt betrachten können, als wir es dem Bindegewebe zurechnen.

Wir kennen einige Gewebe, welche fast ausschließlich aus elastischem Gewebe bestehen, die aber demungeachtet unter sich gewisse Verschiedenheiten darbieten. Diese Abweichungen werden durch geringe Beimengungen anderer elementarer Formen, namentlich von Bindegewebsfasern, hervorgebracht, welche beim Kochen Leim geben. Wo das elastische Gewebe vorkommt, ist sein chemischer Charakter stets derselbe, in den gelben Bändern sowohl, wie in dem Nackenbande und anderen Organen; und die Beobachtungen von Eulenberg über die Eigenschaft des Nackenbandes, Leim zu geben, und Valentin's Angaben über die Löslichkeit des elastischen Gewebes der inneren Lage des Brustfells beruhen offenbar auf einer Verwechselung desselben mit Fasern des Bindegewebes. Das elastische Gewebe verdient noch um so mehr unsere Aufmerksamkeit, als wir finden, daß daraus die Kernfasern von Henle bestehen, und daß die Kerne, welche in so vielen Elementarformen beobachtet sind, dem elastischen Gewebe zugerechnet werden müssen. Denn sie verhalten sich in vielen Beziehungen diesem Gewebe gleich. (Siehe S. 539.)

Die allgemeinen Eigenschaften des elastischen Gewebes sind folgende: es giebt, mit Wasser gekocht, keinen Leim; nach vierzigstündigem Kochen sind die Fasern unverändert. Es widersteht der Einwirkung heißer concentrirter Essigsäure hartnäckig und löst sich erst nach tagelangem Kochen langsam darin auf. Bei gewöhnlicher Temperatur erhält es sich in concentrirter Essigsäure unverändert. In mit ein wenig Wasser verdünnter Salzsäure löst es sich durch gelindes Erwärmen auf. Die Lösung, mit Ammoniak neutralisirt, giebt eine organische Verbindung, welche in Alkohol und Wasser auflöslich ist. Salpetersäure zersetzt elastisches Gewebe und erzeugt Xanthoproteinsäure. Eine mäßig starke Kalilauge löst es aber erst nach vielen Tagen vollständig auf und erzeugt damit eine durchsichtige gallertartige Masse. Die Schwerlöslichkeit des elastischen Gewebes in con-

centrirter Essigsäure und Kali läßt sich benutzen, um es rein zu erhalten.

Es ist in dem Nackenbande der Kuh in großer Menge vorhanden, und hier nur mit einigen wenigen Fasern des Bindegewebes durchwebt und außerdem noch von Ernährungsflüssigkeit durchdrungen.

Wenn man ein solches Nackenband trocknet und raspelt, so läßt sich daraus durch spätere successive Behandlung mit Kali, Essigsäure, Wasser, Alkohol und Aether vollkommen reines elastisches Gewebe darstellen, reiner, als irgend eine andere Elementarform zu erhalten ist.

Die so gereinigte Substanz besitzt nach den Analysen von J. W. R. Tilanus die Zusammensetzung: $C_{32} H_{80} N_{14} O_{14}$, eine Formel, welche sowohl aus den Analysen des reinen Gewebes hergeleitet ist, als auch aus der Verbindung, die es mit Chlor eingeht, und welche durch die Formel:

$$C_{32} H_{80} N_{14} O_{14} Cl_2 *)$$

ausgedrückt werden kann.

---

*) Elastisches Gewebe des Nackenbandes, blos mit kaltem Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen:

C	54,90	54,39
H	7,25	7,28
N	17,52	17,30
O	19,97	20,72
S	0,36	0,31

Dasselbe enthält noch etwas Bindegewebe.

Mit Essigsäure, Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen:

	gef.	At.	ber.
C	55,65	32	55,88
H	7,41	80	7,02
N	17,74	14	17,42
O	19,20	14	19,68

Die Chlorverbindung hat folgende Zahlen gegeben.

	gef.	At.	ber.
C	51,35	32	52,43
H	6,64	80	6,62
N	15,94	14	16,67
O	19,93	14	18,43
Cl	5,94	2	5,85.

Sie ist indessen nicht die einzige, welche man erhalten kann. Siehe Scheik. onderz. D. III.

Zwischen dem leimgebenden und elastischen Gewebe finden einige Beziehungen Statt, welche beachtet zu werden verdienen. Unter den Chlorverbindungen des leimgebenden Gewebes ist nämlich eine, worin chlorige Säure ($Cl_2 O_3$) verbunden ist mit

$$4 \times (C_{13} H_{20} N_4 O_5) = C_{52} H_{80} N_{16} O_{20},$$

womit ebenfalls Leimhydrat, oder die Substanz, welche durch längeres Kochen aus Leim erhalten wird, übereinstimmt. Elastisches Gewebe, $C_{52} H_{80} N_{14} O_{14}$ unterscheidet sich demnach von vier Aequivalenten Leim bloß durch $N_2 O_6$. Es ist also eine gewisse Verwandtschaft des leimgebenden und elastischen Gewebes nicht zu verkennen; aber wir können gegenwärtig nicht mehr thun, als diesen Zusammenhang andeuten. (Siehe S. 588.)

Die folgenden Theile des thierischen Körpers, welche übrigens alle eine größere oder geringere Menge der Fasern des Bindegewebes enthalten, werden gegenwärtig dem elastischen Gewebe zugerechnet: Das Nackenband des Hornviehs, von allen wahrscheinlich das reinste elastische Gewebe; die gelben Bänder der Wirbelsäule: die Bänder, welche die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien unter einander vereinigen und am Zungenbein haften; die elastische Bekleidung der Arterien und Venen; die anderen Häute der Arterien und Venen, welche alle im größeren oder geringeren Maaße mit Bindegewebe (circuläres mit willkührlich nicht beweglichen Muskelfasern) durchmengt sind; die äußere Schicht der Fasern der Speiseröhre, wodurch diese mit dem Kehlkopfe und der Luftröhre verbunden ist. Die serösen Membranen, namentlich das peritonaeum, besitzen an manchen Stellen eine Schicht elastisches Gewebe, welches die seröse Haut mit den darunterliegenden Theilen verbindet. Solche Lagen findet man zwischen dem peritonaeum und dem schwertförmigen Knorpel, zwischen ersterem und der Blase, dünner auf den Eingeweiden, nicht auf der Nieren und der Leber. Sie kommen ebenfalls unter der pleura an der Brustseite, nicht auf den Lungen und dem Herzen vor. Auch

die Haut findet man mit elastischen Fasern durchwebt. Endlich trifft man elastische Fasern zwischen den Knorpelkörperchen des elastischen Knorpelgewebes an.

Aus diesem allen geht hervor, daß das elastische Gewebe dem Bindegewebe genetisch sehr nahe verwandt ist.

Knorpelgewebe.

Feste, biegsame, mehr oder weniger elastische Theile des Organismus mit einem geringen Gehalte an unorganischen Stoffen und zelliger oder faseriger Struktur nennt man Knorpel. Sie unterscheiden sich, je nachdem die Zellen in einem strukturlosen Grunde liegen, oder von Fasern eingeschlossen sind. Erstere sind weiß, mehr oder weniger bläulich; die letzteren gelblich. Wo die Zellen in einer formlosen Masse liegen, heißen die Knorpel wahre Knorpel, wo Fasern den Grund bilden, Faserknorpel. Von letzteren müssen wieder zwei Arten unterschieden werden, diejenigen nämlich, welche elastische Fasern besitzen, und die wir elastische Knorpel nennen wollen, und eine zweite Art, wofür wir den Namen Faserknorpel beibehalten wollen. Die Hauptmasse der Fasern ist hier eine andere, als elastisches Gewebe.

Wahre Knorpel sind die Rippenknorpel, der schwertförmige Knorpel des Brustbeins, die bekleidenden Gelenkknorpel, die der Nase und fast alle, welche den Respirationswerkzeugen angehören. Zu den elastischen Knorpeln gehören die epiglottis, die des Ohres, und die bekleidenden Knorpel des Unterkiefergelenks; zu den fasrigen die synchondroses, die Zwischenwirbelknorpel und verschiedene Gelenkknorpel.

Die wahren Knorpel bestehen aus einer formlosen oder feinkörnigen Substanz mit bedeutend großen Höhlungen (Fig. 133 und 134), welche von einer durchsichtigen Masse gefüllt sind, worin man kleine, hier und da mit einem oder zwei Kernen versehene Bläschen antrifft. Betrachtet man jene hohlen Räume

als Zellen, so hat man ein vollständiges Bild reiner endogener Zellenbildung. Oft sieht man vier solcher Zellen regelmäßig dicht an einander gelagert, oft nur zwei oder drei, welche zu einer Höhlung gehören. Der Zellenkern kommt in verschiedenen Formen vor, mitunter ohne Kernkörperchen; bisweilen sind die Zellen anstatt der Kerne mit Fettzellchen versehen.

An der Oberfläche der wahren Knorpel liegen die genannten hohlen Räume dicht auf einander (Fig. 133), und in viel größerer Anzahl, als weiter nach innen (Fig. 134).

Jene Knorpel bestehen größtentheils aus chondringebender Substanz, wofür wir S. 340 die Formel:

$$10\,(C_{32}H_{52}N_8O_{14})\,S$$

gegeben haben. Die Zusammensetzung der ganzen Masse ist also der des Chondrins, welches durch mehrstündiges Kochen daraus erhalten wird (S. 340), gleich; doch kann sie unmöglich absolut dieselbe sein. Beim Kochen lösen sich nämlich die Kerne viel langsamer auf und machen die Flüssigkeit trübe; erst wenn man sie abfiltrirt, bekommt man eine klare Auflösung. Wenn daher die Analysen der Rippenknorpel und des daraus erhaltenen Chondrins (S. 341) für beide gleiche Zusammensetzung geben, so sehen wir daraus abermals, daß die Genauigkeit der Elementaranalyse hier nicht mehr ausreicht.

Was das Chondrin selbst anbelangt, so halte ich dies für einen eigenthümlichen chemischen Körper, insofern es durch Auflösung der körnigen Grundmasse allein erhalten ist; da sich diese beim Kochen der Knorpel zuerst auflöst, so enthält das erste Dekokt vielleicht Chondrin als chemisch reine Verbindung. Durch länger fortgesetztes Kochen lösen sich auch die Zellenwände auf, und dann muß die Flüssigkeit andere Stoffe enthalten. Es wäre zum wenigsten sehr auffallend und befremdend, wenn die körnige Grundmasse, die Zellenwand und der Zelleninhalt der Knorpel genau dieselbe Zusammensetzung hätten *).

*) Verschiedene Reagentien schlagen nur einen Theil jener Stoffe nieder,

Wenn man Knorpel kocht, so verschwindet zuerst die Intercellularsubstanz, mag sie faserig sein, oder nicht. Man findet dann Kerne, deren manche noch von Zellen eingeschlossen sind, in der Flüssigkeit schwimmend. Alles, was körnig ist, bleibt lange Zeit unverändert. — Rippenknorpel, deren Intercellularsubstanz größtentheils faseriger Natur war, wurden 48 Stunden lang gekocht, die Flüssigkeit mehrmals abgegossen, nach wiederholtem Abgießen von dem Bodensatze (Filtriren glückte nicht) eingedampft und mit Aether und Alkohol ausgezogen. Ein kleiner Theil dieser ätherischen Auflösung wurde zweimal nach einander filtrirt; demungeachtet waren immer noch Kerne und Körnchen, selbst einzelne Zellen unter dem Mikroskop darin sichtbar. Eine Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung von solchem Chondrin gab genau die Zusammensetzung desselben; die nämlichen Resultate wurden bei der Analyse des Knorpels erhalten. Ich vermuthe, daß in allem bis jetzt analysirten Chondrin mikroskopisch kleine fremdartige Theile vorhanden waren.

Ein Theil des nach 48stündigem Kochen ungelöst gebliebenen Rückstandes wurde auf's Neue eben so lange gekocht, wobei beinahe nichts mehr für das bloße Auge sichtbar übrig blieb. Unter dem Mikroskop sah man aber noch eine große Anzahl sehr feiner unveränderter Körnchen, granulöser Kerne und Zellen von ebenfalls körniger Beschaffenheit. Diese scheinen also dem kochenden Wasser ganz zu widerstehen.

Man findet außerdem noch kleine, mit bloßem Auge sichtbare Partikelchen, die eine strukturlose Masse enthalten, worin viele granulöse Kerne liegen.

Jene Flüssigkeit verhält sich gegen alle Reagentien ganz wie Chondrin. (Donders.)

Das Chondrin, selbst die klar filtrirte Auflösung, enthält eine bedeutende Menge Kalk- und anderer Salze, deren Gehalt gegen 3,5 % beträgt.

---

z. B. Platinchlorid, es fehlt also nicht an Mitteln, die Scheidung zu bewirken.

Es ist wahrscheinlich, daß jene Knorpeln aus Proteintritoryd gebildet und also geradezu aus den Bestandtheilen des Blutes producirt werden (siehe S. 326).

Manche der wahren Knorpel können im Verlaufe des Lebens ganz oder zum Theil in Faserknorpel übergehen. Man bemerkt alsdann darin meistens sehr glänzende Streifen (Fig. 136, i), welche bei mikroskopischer Untersuchung als gerade oder leicht gekräuselte Fasern erscheinen, die unter einander parallel laufen und sich in den Rippenknorpeln in der Richtung des Durchmessers derselben verbreiten (Fig. 134, 4). Mit jener Veränderung stehen zwei andere in Verbindung. Einmal verschwinden die Zellenkerne, und an ihre Stelle treten die genannten Fettzellen (Fig. 135, c), und zweitens sind es eben diese faserig werdenden Knorpel, welche im späteren Alter verknöchern.

Obschon jene Knorpel keine Blutgefäße enthalten sollen, so hat mir Dr. Donders doch mehrere Male in Rippenknorpeln von Individuen unter 30 Jahren deutlich wahrnehmbare Blutgefäße gezeigt.

Ich theile über die wahren Knorpel die untenstehenden Beobachtungen mit *), denen ich hier die Folgerung entnehme,

---

*) Rippenknorpel eines jungen zweiundzwanzigjährigen Individuums.

Eine feinkörnige, hier und da faserige Grundmasse mit Körperchen von sehr durchsichtiger Substanz macht den Hauptbestandtheil derselben aus. Jene Körperchen besitzen verschiedene Gestalt, je nachdem man einen äußeren oder einen mehr in der Mitte des Knorpels liegenden Theil untersucht. Im letzten Falle erscheinen sie rundlich, zuweilen dreieckig, wobei je zwei und zwei mit ihrer platten Seite einander zugekehrt liegen (Fig. 133, 1). Nach außen zu sind sie mehr verlängert (Fig. 135 a) und weder dreieckig, noch rundlich; sie liegen daselbst in Längenreihen (Fig. 133, 2). In der Mitte sind sie größer und liegen unregelmäßig meist weiter aus einander (Fig. 134). Je näher der Außenseite, um so kleiner und zahlreicher werden sie.

Man findet in den Korperchen eine, oder meistens mehrere Zellen (t) von rundlicher, eckiger oder länglicher Gestalt, die ein etwas dunkleres Ansehen haben als die übrige Substanz, welche sich durch ihre Klarheit von der Grundmasse unterscheidet.

In den länglichen Körperchen liegen gewöhnlich zwei bis vier Zellen in ein und derselben Reihe (2). In den mehr rundlichen Knorpelkorperchen kehren die Zellen in verschiedenen Richtungen einandee ihre breitere Basis zu (Fig. 135, b).

daß außer Fettzellen und Gefäßen vier Stoffe darin zu unterscheiden sind, nämlich: Zellenwände, die sich schwierig in Kali

Außer Zellen findet man darin noch feine Körnchen, einzelne Kerne (b, i) und Fettkugelchen (c, l).

In dem genannten Knorpel enthält in der Regel jede Zelle ein einzelnes größeres Fettkugelchen (c, 2) und außerdem zuweilen noch mehrere kleinere und feine Körnchen. Nach seiner Mitte zu sind die Fettkugelchen sowohl am größten, als auch in größter Menge vorhanden.

Die Zellen nehmen den mittleren Theil der Knorpelkörperchen ein, wo ein weißer Saum sie begrenzt, der durch nichts Besonderes charakterisirt ist, und welcher unmittelbar an die übrige körnige oder faserige Masse des Knorpelgewebes grenzt.

In der Nähe der Außenfläche des Knorpels ist die Grundmasse zwischen den Knorpelkörperchen fast ganz strukturlos (Fig. 133), in etwas weiterer Entfernung von der Oberfläche wird sie feinkörnig und weniger durchsichtig (Fig. 134, 3) und hier und da faserig (4). An einigen Stellen zeigen sich Fettkugelchen in der Zwischensubstanz (5).

Auf dem Querdurchschnitte der Rippenknorpel sieht man bei den meisten erwachsenen Individuen, etwa eine Linie von der Oberfläche entfernt, einen mehr oder weniger vollkommenen concentrischen Streifen von asbestartigem Aussehen; er ist sehr weich, und durch Druck läßt sich eine Flüssigkeit auspressen (Fig. 136, l). Unter dem Mikroskop betrachtet, besteht jene Substanz aus feinen, meistens parallel laufenden Fasern, zwischen denen nur einzelne, doch große, meist längliche und mit vielen Zellen versehene Knorpelkörperchen vorkommen. Diese Fasern laufen in der Richtung des Diameters des Knorpels und sind meistens gradlinig oder schwach gekräuselt (Fig. 134, 4).

Was innerhalb dieses Ringes liegt, enthält viel mehr Zellen als der äußere Theil, die hier oft mit vielen und großen Fettkugelchen versehen sind, und bildet hier und da den Grund zu einer blättrigen Masse, welche an die Lamellen des Knochengewebes erinnert, und worin die Begrenzung der Knorpelkörperchen viel weniger sichtbar ist; an einzelnen Stellen sind in der blättrigen Masse die Knorpelkörperchen mit Zellen nicht deutlich zu unterscheiden.

Ein senkrecht auf die Oberfläche geführter Längendurchschnitt des äußersten Theils läßt in der körnigen Masse Knorpelkörperchen von meist länglicher Form erblicken. Der Oberfläche parallel sind sie rundlich. Sie scheinen also scheibenförmig zu sein. Längs der Oberfläche des Knorpels, also in zwei Richtungen erscheinen sie schmal, in der dritten Richtung rundlich.

Auf dem Längendurchschnitt des so eben erwähnten ringförmigen faserigen Theiles beobachtet man, daß dieser Ring einen durchlaufenden Kanal repräsentirt, einen ringförmigen Kanal, welcher den inneren und äußeren Theil von einander trennt.

In der inneren, innerhalb des faserigen, viel loseren ringförmigen Theiles liegenden Masse trifft man auch auf dem Längsdurchschnitte hier und da dieselbe blätterige Struktur an, von welcher bereits die Rede war. Die Form der Zellen und alle übrigen Verhältnisse sind den obigen gleich.

Durch Behandlung mit Aether verschwinden die Fettkugelchen, und an ihrer Stelle bleiben zusammengeschrumpfte häutige Säckchen (die Fettzellenmembranen) zurück. (Fig. 135, d, i). Alles Uebrige bleibt unverändert.

und Schwefelsäure auflösen; Zellenkerne, die allen Lösungsmitteln lange widerstehen; die Substanz, woraus die Knorpelkör-

Mit concentrirter Kalilauge behandelt, wandelt sich die Grundmasse in wenigen Stunden in eine homogene formlose Substanz um, worin nichts mehr erkennbar ist, während die Knorpelkörperchen sich aussondern und erst viel später auflösen.

In den Rippenknorpeln finden sich also Fasern, eine feinkörnige Substanz, Zellen mit ihren Kernen und Fettkügelchen, welche alle in einer durchscheinenden festen Masse liegen, also sechs verschiedene Substanzen, welche einen verschieden chemischen Charakter haben können. Ueber die blätterige Substanz sind wir nicht in's Reine gekommen.

Der Cartilago thyreoidea, cricoidea und arytaenoidea des Kehlkopfes verhält sich genau auf dieselbe Weise.

Nach vierstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge sind die Knorpelkörperchen (nachdem sie zuvor mit Aether ausgezogen waren) mit ihren hell durchscheinenden Rändern unsichtbar geworden, aber die darin liegenden Zellen sehr deutlich, die Fettkügelchen (durch den Aether) verschwunden; an derer Stelle ist die ganze Zelle mit körnigen Theilchen versehen, aus den Membranen der leeren Fettzellen gebildet. Die Grundmasse des Gewebes ist mehr blättrig geworden, aber von Auflösung ist noch nichts wahrzunehmen. Nach Zufügung von Wasser werden die Zellen ganz unkenntlich und das Ganze hat sich in eine formlose körnige Masse verwandelt. Durch Zusatz von mehr Wasser verschwindet jene Masse und löst sich auf einmal auf, während die Knorpelkörperchen isolirt in der Flüssigkeit schwimmen. Die Zellen mit den Kernen und Fettkügelchen sind darin noch deutlich zu unterscheiden.

Wenn also auch die Grundmasse eine einfache ist — was ihre Struktur nicht einmal vermuthen läßt — so bestehen die Rippenknorpel darum doch nicht aus einer homogenen Substanz, da wir eine ungleiche Auflöslichkeit der Grundmasse und der Knorpelkörperchen in dem nämlichen Lösungsmittel beobachten.

Concentrirte Schwefelsäure verhält sich auf gleiche Weise, insofern man darin isolirte Knorpelkörperchen erblickt (Fig. 137). Nach zweiundsiebzig Stunden sind alle Körperchen und selbst alle Zellen verschwunden, und man findet in der Säure, welche fast Alles aufgelöst hat, nur noch einige wenige feinkörnige Körperchen suspendirt.

Schwefelsäure mit einem Atom Hydratwasser färbt die Rippenknorpel braun. Dünne Lamellen sind nach vierstündigem Verweilen in dieser Säure geschwollen und gallertartig geworden. Unter dem Mikroskop ist nichts mehr gut zu unterscheiden. Durch Zusatz von Wasser löst sich die Grundsubstanz an der Außenseite des Körpers auf, und die Knorpelkörperchen oder die darin enthaltenen Zellen bewegen sich frei in der Flüssigkeit. Der durchsichtige Rand der Knorpelkörperchen verschwindet nach längerem Verweilen in der Säure, und die Zellen mit ihren Kernen bleiben allein übrig. Es lösen sich also in folgender Ordnung nach einander auf: die Grundmasse, der durchscheinende Rand der Knorpelkörperchen und die Zellen, welche am längsten widerstehen, aber nach längerer Einwirkung der Schwefelsäure ebenfalls verschwinden und nur feinkörnige Körperchen hinterlassen, die vorher darin enthalten waren.

Die concentrirte Schwefelsäure ist daher ganz geeignet, um die Natur des wahren Knorpels zu erforschen und die chemische Verschiedenheit der darin enthaltenen Stoffe zu veranschaulichen. Die oben genannten Fasern widerstehen der Einwirkung derselben länger, als die feinkörnige

perchen bestehen, und welche ebenfalls schwer löslich ist; endlich die Grundmasse oder die Substanz, welche zwischen den Knorpelkörperchen liegt, die theils körnig, theils fasrig ist und sich leicht in Kali und Schwefelsäure auflöst.

Der wahre Knorpel erfordert also chemischer Seits eine wiederholte Untersuchung.

Die Faserknorpel sind sehr elastische Theile des Organismus. Die Fasern, woraus fast die ganze Masse derselben besteht, sind in der Regel dick und rauh und laufen unter einander sehr genau parallel. Zwischen den Fasern liegen nur wenige Zellen, zuweilen einzelne Kerne. Die Zellen enthalten einen oder mehrere Kerne.

Grundmasse; sie schwellen auf und werden viel dicker. Sie stehen also hinsichtlich ihres Auflösungsvermögens in concentrirter, später mit Wasser verdünnter Schwefelsäure zwischen der körnigen Grundmasse und den durchscheinenden Theilen der Knorpelkörperchen in der Mitte.

Nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Essigsäure sind die durchsichtigen Ränder der Knorpelknörperchen verschwunden, die darin liegenden Zellen mit ihren Kernen dagegen sehr deutlich sichtbar. Die feinkörnige Grundsubstanz ist gleichfalls gut zu erkennen, so wie auch die oben erwähnten Fasern, welche durch ihr dunkles Ansehen deutlich hervortreten.

Zuvor mit Aether behandelte Stückchen verhalten sich genau auf dieselbe Weise, außer daß die in den Zellen liegenden Fettzellenmembrane, welche beim Ausziehen mit Aether zusammengefallen sind, in der Essigsäure wieder schwellen und sich runden.

Essigsäure löst also während 5 Stunden nichts von dem wahren Knorpelgewebe auf.

Aus Obigem ergiebt sich:

1) daß in wahrem Knorpelgewede kein elastisches Gewede vorkommt, von dem es sich durch die leichte Auflöslichkeit seiner Faseen in Kalilauge unterscheidet;

2) daß außer Fett und Fettzellen, Kernen und anderem Zelleninhalte, Zellenmembranen darin enthalten sind, welche sich schwierig in Kali und Schwefelsäure auflösen;

3) daß ferner eine Sndstanz daein vorkommt, woraus die Wände der Knorpelkörperchen bestehen, und die sich durch ihre gekingere Löslichkeit in concentrirtem Kali und Schwefelsäure von dem Gewede unterscheidet, worin jene Körperchen liegen;

4) daß es eine andere, im Kali und Schwefelsäure leicht lösliche Sudstanz enthält, welche die Grundmasse des Knorpelgewebes ausmacht, und die theils eine körnige, theils eine faseige Beschaffenheit besitzt.

Was nun das Chondrin anlangt, so muß es, da wir es durch Zerkochen der Knoepel erhalten, offenbar ein Gemenge von verschiedenen Körpern sein. Wir kommen bei einer andern Gelegenheit darauf zurück. (Dondees und M.)

Die chemische Zusammensetzung der Faserknorpel kann unmöglich einfach sein. Die Eigenschaft, beim Kochen Chondrin zu geben, scheint hauptsächlich den Zellen anzugehören; wenigstens stimmen die Reactionen derselben mit denen des Chondrins überein *). Der Gelenkknorpel des Kniegelenks, woraus Mül-

*) Zwischenwirbelknorpel der Lendenwirbel eines dreiundzwanzigjährigen Mannes; von der Außenseite und der breiten Oberfläche parallel entnommenes Stück. Die Grundmasse besteht aus Fasern, die gruppenweise bei einander liegen; an manchen Stellen sieht man nur eine Gruppe granulöser Substanz. Die Fasern laufen entweder parallel, bundelweise gruppirt, oder kreuzen sich in verschiedenen Richtungen, und sind hier und da mit Zellen von verschiedener Größe durchwebt, welche durchgehends mehr oder weniger in Reihen liegen und meistens mit einem Kerne versehen sind. Mitunter finden sich auch bloße Zellenkerne mit durchsichtigem hellen Rande (Fig. 138, a).

Die verschiedenen Theile des nämlichen Gewebes zeigen eine große Verschiedenheit, die wohl darin ihren Grund haben mag, daß die in sich kreuzenden Richtungen verlaufenden Fasern in verschiedenem Sinne durchgeschnitten sind. Die Richtung der sich schneidenden Fasern nähert sich der senkrechten und bildet mit der Vertikalen einen bestimmten Winkel. Die Fasern liegen entweder in großer Menge neben einander, oder die Anzahl derselben ist geringer, und dann überwiegen die Zellen. Hier und da bilden sie große, von gebogenen Linien begrenzte Maschen. In den Maschen sind keine Elementarformen gut unterscheidbar.

In einem parallel dem Umfange von der Außenseite genommenen Stücke laufen die Fasern, bundelweise gruppirt, in Wellenlinien einander sehr parallel und besitzen sehr wenige Zellen oder Kerne; zwischen ihnen sieht man viele kleine dunkle Partikelchen, welche an Kernfaseen erinnern.

An einem aus der Mitte genommenen Theile des Zwischenwirbelknorpels (Fig. 138, b), wo er weich und zart ist, sieht man im Wasser eine körnige Masse, mit schwach faseriger Struktur, und sehr deutlich im Wasser anschwellende Zellen, deren manche drei, andere nur zwei Kerne besitzen; die meisten enthalten jedoch nur einen gut markirten Kern.

Je näher man dem festen Theile jenes Knorpels kommt, um so deutlicher tritt die faserige Struktur hervor.

Die weiche Masse wird durch Essigsäure wenig verändert, außer daß die Zellenkerne sichtbarer werden. Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von concentrirter Essigsäure ist das Gewebe wenig verändert.

Ein von der Außenseite des Knorpels genommenes Stückchen war nach funfzigstündigem Liegen in concentrirter Kalilauge formlos. Durch Zusatz von Wasser löst sich Alles auf, ausgenommen die Zellen mit ihren Kernen, und eine einzelne Gruppe feiner elastischer Fasern (des Bindegewebes, welches die Theile jenes Gewebes unter einander vereinigt?). Nach längerer Einwirkung des Wassers bleiben auch die Zellen nicht mehr übrig, sondern meistens nur ihre Kerne.

An einem aus dem mittelsten oder weichen Theile genommenen Stückchen ist nach funfzigstündigem Verweilen in Kalilauge nichts Bemerkenswerthes wahrzunehmen. Durch Zusatz von Wasser wird Alles, außer einigen wenigen Zellenkernen, schnell aufgelöst.

ler durch Kochen Leim erhalten hat, beſteht aus Bindegewebe, mit Kernen durchwebt, und gehört nicht, wie er meint, zu den

---

In einem von der Außenſeite genommenen Theile bringt concentrirte Eſſigſäure nicht die unmittelbare Anſchwellung hervor, welche die Faſern des Bindegewebes erleiden. Die Faſern bleiben noch gut unterſcheidbar, während die Zellen mit ihren Kernen deutlicher werden.

In einem von der Außenſeite der Zwiſchenwirbelknorpel von den Lendenwirbeln eines jungen zweiundzwanzigjährigen Mannes genommenen Stückchen ſieht man eine Menge mehr oder weniger gebogener, gut unterſcheidbarer, unter einander parallel laufender ſtarker Faſern, worin nichts Anderes vorkommt, was deutlich zu erkennen wäre. Jene Faſern ſind in kleinen Abſtänden mit viel weniger durchſcheinenden Theilen verſehen.

Nach vierundzwanzigſtündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ſind die Faſern weniger deutlich, aber noch zu unterſcheiden. Zuſatz von Waſſer macht ſie augenblicklich verſchwinden, als ob ſie aufgelöſt wurden. Sie werden indeſſen nur vorübergehend gelatinös und dadurch unſichtbar; denn nach kurzer Zeit, wenn das Waſſer länger eingewirkt hat, kommen ſie wieder zum Vorſchein; ſie ſind jetzt viel dicker und breiter, als vor der Einwirkung von Kali, und auch ſeitwärts in geringen Entfernungen unter einander vereinigt.

Durch vierſtündige Einwirkung von concentrirter Schwefelſäure färbt ſich die Probe mehr oder weniger braun; die Faſern dehnen ſich aus und werden gelatinös. Es ſcheint, als ob die Faſern in wohl begränzten Bündeln liegen. Nach Zuſatz von Waſſer erhält das Ganze ein weißliches Anſehen und ſcheint unter dem Mikroſkop weniger durchſichtig; aber die anfänglich wahrgenommenen Faſern kommen nicht wieder deutlich zum Vorſchein. Hier und da zeigen ſich in der Richtung der früheren Faſern dunkle Theile, die auch zuvor ſchon zu ſehen waren, und welche an die Kerne der Primitivbündel der Muskeln erinnern.

Nach funfſtündigem Verweilen in concentrirter Eſſigſäure ſind, wie durch die Schwefelſäure, die Faſern zwar nicht verſchwunden, doch weniger deutlich, die erwähnten Bündel dagegen ſehr ſichtbar. Es ſind dicke Bündel, aus den urſprünglichen mehr oder weniger angeſchwollenen Faſern gebildet. Hier und da ſieht man ſchlangenförmig verlaufende, iſolirte Theile von Faſern, die den Kernfaſern gleich kommen.

An anderen Stellen fehlen die Bündel, man ſieht dafür mehr die faſrige Form durchſcheinen.

Waſſer verändert das Anſehen nicht.

Zwiſchen jenen Bündeln finden ſich ganze Zellenreihen in derſelben Richtung, worin die Bündel verlaufen.

Aus dem obigen Verhalten ergiebt ſich, daß die elaſtiſchen Knorpel zu den Zwiſchenwirbelknorpeln in gar keiner Beziehung ſtehen; daß vielmehr letztere ein beſonderes Gewebe enthalten, welches zu Bündeln vereinigt und faſernartig iſt. Wir haben dabei geſehen, daß dieſer faſerige Theil durch Schwefelſäure eine gelatinöſe Beſchaffenheit annimmt und durch Zuſatz von Waſſer ſeine urſprüngliche Geſtalt nicht wieder erhält, wogegen die die Bündel ſcheidenden Theile unverändert bleiben; daß ferner noch Faſern von anderer Beſchaffenheit darin vorkommen, welche ſich in concentrirter Schwefelſäure unverändert erhalten, und die einige Aehnlichkeit mit den Kernfaſern beſitzen; endlich Knorpelzellen, und vielleicht einige wenige Bindegewebefaſern. (Donders u. M.)

Faserknorpeln. Er ist etwas undurchsichtiger als Bindegewebe und wird auch durch Essigsäure nicht so durchscheinend als jenes.

Dr. Doaders theilt über die Faserknorpeln noch Folgendes mit: Bei ihrer Entstehung ist allein der äußere Theil einigermaßen fest und hart; zwei Dritttheile der innern Masse sind noch weich und nähern sich im Ansehen der Glasfeuchtigkeit des Auges.

Ich glaube die verschiedenen Entwickelungsperioden jenes Gewebes vor Augen zu haben, wenn ich dasselbe von der innern noch ganz weichen Masse bis zu den äußeren festen Theilen verfolge.

Der innere noch ganz flüssige Theil zeigt unbestimmte Gruppen, welche aus unregelmäßigen Zellen zu bestehen scheinen.

Sobald man Wasser hinzufügt, welches von den Zellen aufgenommen wird, kommen sie als rein sphärische, gegen einander gelagerte Zellen zum Vorschein (Fig. 139). Zwischen ihnen Zellengruppen (a) bleibt hier und da noch ganz strukturloses Cytoblastema (b) übrig.

Jede dieser Zellen besitzt einen Kern, jeder Kern ein Kernkörperchen. Nie sind mehrere Kerne in einer Zelle enthalten. Einmal sah ich auf dem Rande einer solchen Gruppe einen Kern (l), welcher nicht von einer Zelle eingeschlossen war.

Weiter nach Außen liegen die Zellen mehr in Reihen geordnet, und die Intercellularsubstanz erhält ein granulöses oder fein faseriges Ansehen.

Bei vollkommener Ausbildung hat das Gewebe parallel der Richtung der Fasern eine regelmäßige Struktur; die Fasern lassen nämlich parallel, und dazwischen befinden sich in gleichmäßigen Entfernungen Reihen verlängerter Zellen, Kerne und Kernfasern (Fig. 140), welche die Faserbundel begrenzen.

Ich glaube hieraus folgern zu können, daß, bevor sich die cartilagines intervertebrales bilden, in einem strukturlosen Cytoblastema erst Kerne entstehen, und daß sich um jeden Kern sogleich eine Zelle erzeugt; daß jede Zelle selbstständig und nicht in einer andern Zelle gebildet wird; daß die meisten Zellen sich in bestimmter Richtung verlängern und sich so zu Reihen gruppiren, während die Intercellularsubstanz allmälig feinkörnig, später dunnfaserig wird; daß die Zellen zum größten Theile verschwinden und allein die Kerne übrig lassen, welche sich meist zu Kernfasern verlängern, wobei inzwischen das Gewebe immer mehr erhärtet.

Beim Kochen kleiner weicher Stückchen der Zwischenwirbelknorpel erhalten sie bald ein gallertartiges Ansehen. Schon nach fünf Stunden waren sie zum größten Theile gelöst; die filtrirte klare Flüssigkeit enthielt granulöse Kerne und nur wenige Zellen. In dem übriggebliebenen Theile der Stückchen konnte man kaum mehr die Fasern unterscheiden.

Größere Stücke der Zwischenwirbelknorpel waren selbst nach achtundvierzigstündigem Kochen noch nicht ganz gelöst. In der Auflösung zeigten sich wieder einzelne Kerne, meistens von körnigem Ansehen, aber fast keine einzige Zelle.

Die erhaltene Lösung wurde eingedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt, worin er aufschwoll wie ein Schwamm, und darauf mit Aether ausgezogen.

Die Reaktionen weichen wenig von denen des Chondrins ab, wir folgende Uebersicht zeigt:

Gerbsäure	Nur geringe Fällung.
Essigsäure	Starke Fällung, größtentheils im Uebermaß löslich.

Aber in den Hauptmerkmalen stimmt es doch damit überein und unterscheidet sich bedeutend von den Zwischenwirbelfaserknorpeln. (Vergl. Fig. 138, 139 und 140.)

Die elastischen Knorpel weichen von den beiden bisher abgehandelten Arten sehr ab. Die Hauptmasse derselben besteht aus einem dichten Netze sehr feiner elastischer Fasern (Fig. 143), zwischen welchen sehr verschiedenartige, isolirte, nicht in Gruppen neben einander gelagerte Zellen eingeschlossen sind (Fig. 141 und 142). Letztere geben beim Kochen Chondrin. Insofern also diese elastischen Knorpel Zellen enthalten, sind sie mit den wahren Knorpeln zu vergleichen, welche dieselben Zellen und demnach auch die nämlichen Stoffe, woraus die Zellen gebildet sind, zu besitzen scheinen. Aber sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von den letzteren, daß die in Menge darin enthaltenen Fasern des elastischen Gewebes durch Kochen nicht in Chondrin umgewandelt werden, sondern unverändert übrig bleiben *).

Salzsäure	Im Uebermaß des Fällungsmittels vollkommen lösliche Niederschlag.
Basisch essigsaures Bleioxyd	Gallertartiger Niederschlag.
Essigsaures Blei	Weißer flockiger Niederschlag.
Kalium eisencyanür } Kalium eisencyanid }	Keine Fällung.
Chlorplatin	Starke Fällung, welche im Uebermaß nicht verschwindet.
Alaun	Zusammenbackende flockige Niederschlag, im Uebermaß unlöslich.
Schwefelsaures Thonerde	Wenige stark, im Uebermaß löslich.

Im Uebrigen ist das Verhalten ganz dem des Chondrins gleich, ausgenommen daß der Leim der Zwischenwirbelknorpel mit Eisenchlorid einen reichlichen Niederschlag hervorbringt. (Donders.)

*) Der elastische Knorpel des Ohrs von demselben Individuum, von welchem die Rippenknorpel genommen waren, zeigt die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, daß die Haut und das Knorpelgewebe allmälig in einander übergehen in der Weise, daß die in Essigsäure deutlicher hervortretenden und in Kali und Schwefelsäure schwer löslichen Fasern der Haut (Fig. 141, 1), die sich also wie elastisches Gewebe verhalten, mit dem Knorpelgewebe verschmelzen (2). Jene Fasern trennen sich nämlich, nehmen mehr und mehr Knorpelkörperchen auf und werden so unmerkt zu Fasern des Faserknorpels. Letzterer besitzt folgende Eigenschaften:

Das ganze Gewebe besteht aus dicht an einander grenzenden Zellen mit dazwischen liegenden, hier und da ringförmig dieselben umschließenden Fasern (Fig. 141 und 142). Diejenigen Fasern, welche zwischen den Zellen

Da der elaſtiſche Knorpel des Ohrs beim Kochen ſehr wenig Chondrin giebt, und die Knorpelzellen ſich ſchwierig auflö-

---

liegen, erſcheinen mitunter abgebrochen und kürzer; vielleicht biegen ſie ſich in die Tiefe; ſie ſind dunkel.

Die Zellen ſind rundlich, und jede enthält gewöhnlich einen Kern, zuweilen auch zwei und mehrere, oder an deren Stelle Fettzellchen. Die in den Rippenknorpeln vorkommenden Knorpelkörperchen, worin daſelbſt die Zellen liegen, ſind hier nicht vorhanden. Die Zellen des Ohrknorpels laſſen ſich nicht, wie die der Rippenknorpel, durch Kali und Schwefelſäure auf chemiſchem Wege iſoliren. In den Zellenkernen findet man bisweilen ein Kernkörperchen.

Nach funfſtündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge verſchwinden die Zellen mit ihrem Inhalte, ſobald man eine hinreichende Menge Waſſer hinzufügt, und es bleiben da, wo die Zellen lagen, offene Räume. Die übrige Maſſe beſteht aus höchſt feinen, netzförmig in einander verwebten Faſern, welche in Kali ganz unlöslich ſind (Fig. 143). Letztere verhalten ſich alſo, wie auch in ihren übrigen Reaktionen, wie Faſern des elaſtiſchen Gewebes. Die von der Haut abſtammenden ſich kräuſelnden Faſern verweben ſich da, wo ſie Zellen aufnehmen, netzförmig und bilden Maſchen, worin die Zellen liegen. Das ganze elaſtiſche Knorpelgewebe beſteht folglich aus einer Grundmaſſe von Faſern des elaſtiſchen Gewebes und aus Zellen, die in ihrem Verhalten mit denen der wahren Knorpel nahe übereinſtimmen. Die Zellen der elaſtiſchen Knorpel weichen indeſſen darin von denen der wahren Knorpel ab, daß ſie weniger verlängert ſind, weniger Fettzellchen und in der Regel einen Kern mit einem Kernkörperchen beſitzen. Auch ſcheinen ſie in Kali leichter auflöslich zu ſein.

Die Faſern des elaſtiſchen Gewebes, welche in dem elaſtiſchen Knorpel vorkommen, ſind ſchwierig wahrzunehmen; aber das iſt nur eine Folge ihrer innigen Verwebung. Nach Behandlung mit Kali und Waſſer bilden ſie ein feines Netz (Fig. 143). Das Gewebe iſt nach der Einwirkung von concentrirtem Kali, nachdem es ſeine Zellen verloren hat, noch elaſtiſch, was auch von dem Nackenbande gilt. Nach mehrtägiger Behandlung mit Kali verhalten ſich die Faſern ebenfalls denen des Nackenbandes gleich; ſie werden gallertartig, vertheilen ſich in kleine Körner und löſen ſich im Waſſer auf.

Nach ſiebenſtündigem Verweilen in concentrirter Schwefelſäure iſt der elaſtiſche Knorpel des Ohrs bräunlich gefärbt und angeſchwollen. Nach Zuſatz von Waſſer zieht er ſich wieder zuſammen, wird weiß und elaſtiſch, aber bleibt weich und erſcheint unter dem Mikroſkop als eine zuſammengeſchrumpfte Maſſe ohne Zellen. Die Stellen, wo die Zellen lagen, ſind viel kleiner geworden. Die elaſtiſchen Faſern haben ſich nämlich vermöge ihrer Elaſticität contrahirt und ſo die durch Auflöſung der Zellen entſtandenen leeren Räume verengt. Während alſo die Zellen von Schwefelſäure und Waſſer mit Hinterlaſſung eines körnigen Inhaltes aufgelöſt werden, bleiben die Faſern undurchſcheinend übrig und verhalten ſich in dieſer Weiſe denen des elaſtiſchen Gewebes vollkommen gleich.

Ein Stückchen, welches ſieben Stunden in concentrirter Eſſigſäure gelegen, hat ſeine Zelle behalten und die Faſern ſind gleichfalls unverändert. Ueberhaupt hat keine weſentliche Metamorphoſe ſtattgefunden, nur enthalten die Zellen ſehr große Kerne mit deutlich wahrnehmbaren Kernkörperchen.

Elaſtiſcher Knorpel der epiglottis, welcher mit dem des Ohrs für identiſch gehalten wird, erſcheint unter dem Mikroſkop als ein

sen, so läßt sich folgern, daß man durch Kochen der wahren Knorpel, wodurch die Intercellularsubstanz aufgelöst wird, eine sehr reine Chondrinlösung erhält, sobald man das Kochen nicht zu lange fortsetzt.

Mit dem Namen Knorpel belegt man noch andere Gewebe, welche sich weder den wahren, noch den faserigen Knorpeln zurechnen lassen. Dahin gehört namentlich ein gemengtes Gewebe, welches aus wahrem Knorpelgewebe, Faserknorpelgewebe (elastischem Gewebe) und leimgebendem Gewebe zusammengesetzt ist, woraus z. B. der Meniscus des Unterkiefergelenks besteht *).

ähnliches Fasernetz, worin sehr durchscheinende Zellen liegen. Die Fasern sind hier besser zu unterscheiden und lassen einige Zwischenräume übrig; die Zellen liegen weniger dicht zusammen, als im Ohrknorpel; sie sind mit deutlichen Kernen versehen, die ihren Mittelpunkt bilden und zuweilen von ringförmigen Streifen eingeschlossen werden. Die zwischen den Zellen liegenden Fasern verschmelzen mit denen, welche den Faserknorpel umgeben. Auf den Grenzen sieht man bloße Kerne ohne Zellen. Die Zellen enthalten wenige Fettkügelchen und sind im Allgemeinen sehr hell und durchscheinend.

Nach zweistündigem Verweilen in concentrirtem Kali ist das Gewebe undeutlich, nach Zusatz von Wasser dehnt es sich schnell und stark aus; die Zellen lösen sich auf, die sie umgebenden Fasern bleiben unverändert.

Jener Knorpel bietet also keine wesentliche Verschiedenheit von dem elastischen Knorpel des Ohrs dar.

Gelenkknorpel des Unterkiefergelenks; von der Oberfläche unter der membrana serosa weggenommenes Stück.

Dicht bei einander liegende zahlreiche, durch Fasern getrennte Zellen; jede Zelle enthält einen Kern, und der Kern oft ein Kernkörperchen, gleich wie im Ohrknorpel. Vielleicht liegen in jenem Knorpel die Zellen etwas dichter bei einander.

Nach funfzigstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali sind die Theile des Gewebes nicht mehr deutlich zu erkennen. Durch Zusatz von Wasser wird Alles gelöst außer den vielen Fasern des elastischen Gewebes. In Essigsäure ziehen sich diese zusammen und bilden eine Gruppe, wie das elastische Gewebe zu thun pflegt.

Wir fanden den Gelenkknorpel auf dem condylus des Unterkiefers bei der Kuh zum größten Theile aus wahrem Knorpel zusammengesetzt. Er ist mit meist runden Knorpelkörperchen versehen, die mit denen der knorpeligen mittleren Nasenwand des Menschen übereinstimmen. (Donders u. M.)

*) Der Meniscus des Unterkiefergelenks enthält viele Bündel dunkler, in verschiedenen Richtungen durch einander gewebter Fasern. Dazwischen finden sich Faserknorpelzellen zerstreut, zuweilen auch gruppenweise bei einander liegend.

Nach funfzigstündigem Verweilen in Kalilauge und Zusatz von Wasser kommt eine Menge feiner, sehr durchscheinender Fasern zum Vorschein, welche sich wie elastische Fasern verhalten und dem Bindegewebe angehö-

Knochengewebe.

Wir finden bei vielen Thieren feste Stützen der Weichtheile, welche zur Bewegung, den edleren Theilen zum Schutze und zu anderen Zwecken dienen. Wenn jene Stützen aus harten Stoffen, namentlich aus Kalksalzen bestehen, die durch leimgebendes Gewebe vereinigt sind, so nennen wir sie Knochen.

Die Struktur der Knochen ist sehr verschieden; doch stimmen alle darin überein, daß die Kalksalze in einem Gewebe liegen, welches beim Kochen Leim giebt. Die Struktur richtet sich meistens nach der Form der Knochen. Die langen Knochen haben in der Mitte Markhöhlen, während ihre Enden, welche ein loseres Gewebe besitzen, mit dem inneren Theile der platten Knochen übereinstimmen. Die äußersten Schichten der letzteren sind dicht; aber zwischen diesen Schichten, deren Gewebe sich dem harten Gewebe der runden Knochen nähert, liegt ein loseres Gewebe, welches der spongiösen Masse der Enden der langen Knochen gleichkommt. Diese zellige Masse besteht aus festem Knochengewebe, worin kleine unter einander in Verbindung stehende Höhlungen angetroffen werden.

Nach Innen zu hängen diese Höhlungen in den langen Knochen mit den Markhöhlen zusammen, nach Außen stehen sie in der festeren Knochenmasse mit kleinen cylindrischen Kanälchen in Verbindung, welche Markkanäle heißen, und die in den runden Knochen mit der großen Markhöhle parallel laufen (Fig. 149, 1).

---

een, außerdem einige wenige Zellen. Diese Reaktion zufolge schließt sich dieser Gelenkknorpel an den elastischen Knorpel des Ohes. Nach dem Auswaschen mit Wasser sind die Zellen ganz gelöst, und es bleiben allein die Faseen des elastischen Gewebes übrig, die durch Essigsäure dunklee werden.

Concentrirte Essigsäuee macht den Knorpel durchscheinend und ertheilt ihm das Ansehen quer durchschnittener dickee Bündel von in Essigsäure angeschwollenem Bindegewebe, welche mit Fäden des elastischen Gewebes durchwebt sind.

Jenen Beobachtungen zufolge bestehen diese menisci aus leimgebenden, elastischen und, insofeen sie Zellen enthalten, aus Knorpelgewebe. (Donders u. M.)

Sie sind auch unter einander durch seitliche Kanäle (2) verbunden und bilden auf diese Weise in der festen Knochenmasse ein netzförmiges System von Kanälen. Diese werden nach Innen zu weiter und gehen in die Zellen über, welche die großen Markhöhlen begrenzen. Durch die große Anzahl dieser Kanälchen erhält die compacte Knochenmasse auf dem Längendurchschnitte ein gestreiftes Ansehen. Sie sind ganz oder theilweise von einer fetten Substanz erfüllt, welche wahrscheinlich mit dem Marke der Knochenhöhlen identisch ist; außerdem umschließen sie noch Blutgefäße.

Die Markkanälchen liegen in kleinen Abständen von einander (Fig. 146), und wie sie auf der einen Seite mit den Markzellen des großen Markkanals und unter sich in Verbindung stehen, so hängen sie nach außen hin mit den Gefäßen der Knochenhaut zusammen.

Von der Peripherie eines solchen quer durchschnittenen Markkanälchens (Fig. 147) gehen strahlenartige Streifen aus, und in einer gewissen Entfernung findet man kreisförmige oder elliptische Ringe, welche durch eben so viele Lamellen gebildet werden, deren gemeinschaftliches Centrum das Markkanälchen ist.

In den elliptischen Ringen befinden sich kleine hohle Räume (Fig. 147, 1), Knochenkörperchen, besser Knochenzellen oder Knochenhöhlungen genannt. Es sind längliche, mit vielen strahligen feinen Streifen versehene kleine Räume (vergl. diese Strahlen in Fig. 144, 2 und 145, 3), die mit ihrem Längendurchmesser in der Richtung der concentrischen Ringe um das quer durchschnittene Markkanälchen liegen. Sie liegen auf dieser krummen Linie in regelmäßiger Entfernung von einander, und um sie herum findet sich noch eine zweite und dritte Reihe (Fig. 147). Sie enthalten nach Einigen eine körnige Substanz, welche von verdünnter Salzsäure unter Aufbrausen aufgelöst wird, und die man für ein in der Höhlung abgelagertes Präcipitat von Knochensalzen hält. Da jene Räume durch venetianischen Terpentin sehr deutlich sichtbar werden, so

kann man ſie als Höhlungen betrachten, in welche der Terpentin, der die übrige Maſſe durchdringt, nicht eindringen kann, in welchen Höhlungen übrigens immerhin kohlenſaurer Kalk vorkommen mag.

Zwiſchen den Markkanälchen und den obigen Knochenzellen befindet ſich leimgebendes Gewebe, mit Knochenſalzen verbunden; es bildet ſehr dicht aufeinandergeſchichtete Lamellen, die aus einer innigen Verbindung der leimgebenden Subſtanz mit Knochenſalzen beſtehen. Dieſer Theil der Knochenſubſtanz iſt feinkörnig und halbdurchſcheinend (Fig. 145, 2) *).

---

*) Schenkelbein vom Menſchen. Auf einem dunnen Plättchen (vergl. Fig. 146) erſcheinen die Durchſchnitte der Markkanälchen als runde oder onale Oeffnungen (1, 2, 3, 4), an nielen Stellen durch dunkle Vertiefungen (5) unter einander verbunden. Letztere repräſentiren die querlaufenden Markkanälchen, welche mit den Längenkanälen durch die ganze feſte Knochenmaſſe ein Netz bilden. Die Durchſchnitte der Längenmarkkanälchen werden, je weiter nach Innen (3, 4), um ſo zahlreicher und größer. Man unterſcheidet zwei Syſteme von Knochenlamellen. Das eine derſelben liegt in paralleler Richtung mit der Oberfläche, das andere concentriſch um die Markkanälchen (7). Die äußerſten Lamellen laufen ſämmtlich der Knochenoberfläche parallel, und die der Oberfläche zunächſt liegenden Markkanälchen (1, 2) beſitzen nur wenige oder gar keine concentriſche Knochenlamellen.

Zwiſchen jenen Knochenplättchen ſieht man kleine, meiſt längliche dunkle Fleckchen (Fig. 144, 1) (Knochenkorperchen, Knochenhöhlungen, Knochenzellen), welche bei Erweiterung des Foens ihr dunkles Anſehen ſogleich nerlieren, alſo nicht undurchſichtig ſind und bei auffallendem Lichte weiß erſcheinen. Durch dicken nenetianiſchen Terpentin werden ſie anfangs dunkler, und es kommt eine Menge ſich nerzweigender Strahlen (2) ſehr deutlich zum Vorſchein, welche nach allen Richtungen hin non jenen Fleckchen auslaufen und ſich mit denen der benachbarten Knochenhöhlungen nerbinden. Dünner Terpentin dringt raſch in die Knochenhöhlen und in die davon ausgehenden feinen Kanälchen ein, wodurch ſie beinahe ganz unſichtbar werden.

Zwiſchen den die Markkanälchen umgebenden Knochenlamellen befinden ſich ähnliche kleine Knochenhöhlen, deren Strahlen die Lamellen durchſetzen und den Markkanälchen zulaufen (nergl. Fig. 147).

Auf dem Längendurchſchnitte erſcheinen die kleinen Knochenhöhlen gleichfalls, und in der Regel länglich oder onal.

Längs der Oberfläche beſitzen ſie meiſt eine rundliche Geſtalt. Sie ſind demnach linſenförmig und kehren ihre breiten Flächen den Knochenlamellen zu. Sie ſind als Zellen oder zellige Räume zu betrachten, die zwiſchen den Knochenlamellen abgeplattet liegen.

Pflugſchardein vom Menſchen. In dem dunneren Theile des Pflugſchardeins nimmt man ſchon ohne weitere Präparation die Knochenhöhlungen ſehr deutlich wahr, obſchon hier noch mehrere Lagen vorkommen. Schleift man dieſes Stuckchen ein wenig ab, ſo erſcheinen die Knochenhöhlungen (Fig. 145, 1) längs der Oberfläche meiſt rund

Alle Knochen, mit verdünnter Salzsäure extrahirt, hinterlassen leimgebendes Gewebe von der Form des Knochens, und

---

oder schwach oval. Hier läßt sich besonders deutlich erkennen, daß sie hohl sind; durch Zusatz von Wasser werden sie schon durchscheinender als der übrige Theil, welchee ein feinkörniges Ansehen hat (2). Durch dicken venetianischen Terpentin kommen sie anfangs recht deutlich zum Vorschein, und die davon ausgehenden Strahlen (2) erscheinen als Kanäle; nach und nach jedoch, wenn jene Flussigkeit in die Höhlungen dringt, werden sie undeutlicher und dem Auge fast ganz unsichtbar; dies geschieht fast augendlicklich, wenn man dünneren Terpentin anwendet. Die Verbreitung des Terpentins in der Masse läßt sich zwischen zwei Glasplatten unter dem Mikroskope deutlich verfolgen.

Schenkelbein des Menschen, mit verdunnter Salzsäure ausgezogen. Auf dem Querdurchschnitte der festen Sudstanz sieht man die beiden Arten von Knochenlamellen viel deutlicher als zuvor (Fig 146). Sie erscheinen bei starker Vergrößerung als mit einander abwechselnde dunklere und hellere Streifen; dasselde beobachtet man auf dem Längendurchschnitte (Fig. 148). Die Knochenhöhlungen sind weniger dunkel, doch immer gut zu unterscheiden. Aus der verschiedenen Form ihrer Durchschnitte läßt sich folgern, daß sie eine spindelförmige Gestalt desitzen; in einigen derselben erblickt man einen oder mehrere kleine Köperchen (Fig. 148, 2).

Die Strahlen der Knochenhöhlungen sind in den concentrischen um die Markkanälchen liegenden Knochenlamellen sehr deutlich; sie scheinen iezt nicht mehe in krummen Linien zu verlaufen, wie es vor dem Ausziehen mit Salzsäure dee Fall wae (Fig. 147).

Auf dem Längendurchschnitte erscheinen die Knochenhöhlungen (Fig. 148, 1) oval, und man sieht die Knochenlamellen (2) von feinen parallellaufenden Kanälchen durchbohrt, welche wahrscheinlich dieselben feinen Kanäle sind, die von den Knochenhöhlungen ausgehen.

Bei geringerer Vergrößerung nimmt man auf dem Längendurchschnitte die der Länge nach verlaufenden Markkanälchen wahr (Fig. 149, 1), welche nicht selten durch Seitenäste (2) untereinander vereinigt sind.

Das Wadenbein des Menschen, mit Salzsäure ausgezogen, verhält sich genau auf dieselbe Weise. Auf dem Längendurchschnitte gewahrt man, daß die longitudinal verlaufenden Markkanälchen hier wenigee durch querlaufende Kanäle verbunden sind als im Schenkelbeine.

Das Schenkelbein des Frosches, mit Salzsäure ausgezogen, zeigt auf dem Querdurchschnitte nur ein centrales Markkanälchen. Der ganze Knochen kann als ein einziges Markkanälchen mit seinen concentrischen Knochenlamellen betrachtet werden; sehr deutlich sind die von dem Markkanälchen ausgehenden Strahlen, welche die Knochenlamellen durchsetzen. Die Knochenhöhlungen sind in der Nähe der Oberfläche sehr groß und enthalten meist deutlich wahrnehmdare Kerne, zuweilen selbst Zellen.

Schenkelbein des Menschen mit Salzsäure extrahirt. In einem dunnen Längendurchschnitte, welcher funf und eine halbe Stunde in concentrirtem Kali gelegen hat, sind die Streifen, welche die Knochenlamellen degrenzen, körnig, aber sehr gut zu unterscheiden. Die Knochenhöhlen sind nicht wahrnehmdar. Nach Zusatz von Wasser bleiben die Knochenlamellen wenigee scharf degrenzt; die Knochenhöhlungen (Fig. 150, 1) werden dagegen sehr sichtdar, schwellen ein wenig an, und eine jede zeigt einen odee mehrere in einee Reihe liegende Kerne, zuweilen auch eine Zelle (2). Sie erinnern an die Knorpelkorperchen vor der Ossifikation und liegen in Rei-

größtentheils frei von Knochensalzen. Es ist sehr biegsam und verwandelt sich, die Gefäßwände u. s. w. abgerechnet, fast ganz in Leim. Seine Struktur ist so blätterig, daß sich die Lamellen mit einem scharfen Gegenstande von einander ablösen lassen, und zwar eben sowohl diejenigen, welche um die Markkanälchen liegen, als auch die anderen, welche den Markkanälchen nicht angehören. In den extrahirten Knochen sieht man die Höhlen der Markkanälchen und der Knochenzellen *).

---

hen zwischen den Knochenlamellen, sowie die Knorpelkörperchen bei der Ossifikation in der Nähe der verknöcherenden Stellen.

Ein Durchschnitt längs der Oberfläche ist nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge sehr weich. Die Knochenhöhlungen sind ohne Zusatz von Wasser sichtbar, haben eine runde Gestalt und besitzen ein körniges Ansehen. Durch Zusatz von Wasser wird fast Alles gelöst, nur bleiben einzelne kleine Körperchen übrig, die den Knochenhöhlungen gleichen; letztere scheinen also, wenigstens theilweise, besondere Wände zu haben und Zellen zu sein. Eine derselben drehte sich in der Flüssigkeit und erschien auf dem andern Durchschnitte sehr schmal. Sie schwellen also nicht zu runden Zellen an, vielleicht weil ihre Wände durchbohrt sind.

Außer den Knochenlamellen sieht man auf dem längs der Oberfläche genommenen Durchschnitte größere, rundliche isolirte Körperchen, die eine zellige Struktur besitzen und undurchscheinend sind. Sie stammen wahrscheinlich von dem Inhalte der Markkanälchen ab und dürfen mit den Knochenzellen nicht verwechselt werden.

Ein Querdurchschnitt zeigt nach fünfstündigem Verweilen in Kalilauge, vorzüglich in der Nähe der Markkanälchen, eine Verkettung sehr großer sphäirischer Körperchen. Sie haben ungleiche Größe und sind ohne Zweifel Seifekugelchen, welche das Kali aus dem Fette der Markkanälchen gebildet hat und welche sich nicht im Uebermaaße von Kali lösen.

Ein Querdurchschnitt ist nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Schwefelsäure größtentheils durchscheinend geworden, außer an den Stellen, wo sich Markkanälchen befinden; die Struktur ist nicht mehr wahrnehmbar. Nach Zusatz von Wasser kommen die Knochenhöhlungen wieder zum Vorschein und zeigen jede einen oder zwei Kerne, zuweilen eine Reihe von Körnchen. (Donders und M.)

*) Von Bibra hat das leimgebende Gewebe der Knochen analysirt (Annal. der Chemie und Pharmacie, April 1844, S. 151) und folgende Zahlen erhalten:

	Fossile Knochen.	Ochsenknochen.
C	50,401	50,130
H	7,111	7,073
N	18,134	18,449
O	24,335	24,348

Dies ist die Zusammensetzung des leimgebenden Gewebes, wie sie von Scherer gefunden ist.

Jene Analysen haben übrigens zu viel Wasserstoff gegeben, wovon auch Scherer bei seinen Analysen des leimgebenden Gewebes einen Ueberschuß erhalten hat.

Man mag sich deshalb das Knochengewebe als aus zwei Systemen von Lamellen zusammengesetzt denken, wovon das eine (Fig. 146, 7) die der Knochenachse parallel laufenden Markkanälchen umgiebt; es besteht aus einigen in einander geschachtelten Cylindern, zwischen denen eine Menge sich verzweigender Zellen liegen. Das andere Lamellensystem (6) umkleidet und verbindet die Kanälchen und Zellen. Die Grundmasse der weichen Knochensubstanz läßt sich inzwischen als dicht gedrängtes formloses Bindegewebe betrachten, worin sich Zellen und Gefäße befinden. Die Zellen bilden die sogenannten Knochenkörperchen und sind mit den Knorpelzellen zu vergleichen, sowie die formlose Grundmasse mit der der Knorpeln, während bei dem Ossifikationsprocesse, welcher um die Gefäße herum stattfindet, Kanälchen übrigbleiben.

Den Typus der Form des Knochengewebes findet man also in dem wahren Knorpelgewebe ausgedrückt, welches Blutgefäße aufgenommen hat.

Das Knochengewebe in den großen Markhöhlen der runden Knochen ist sehr locker und mit großen Höhlungen versehen. Man findet darin eine Menge Blutgefäße und zugleich viele Fettzellen angehäuft. Das Mark dringt durch die Markkanälchen in die ganze feste Knochenmasse ein. Das Fett ist durchgehends flüssiger, als es sonst in dem Thierkörper gefunden wird, und sehr reich an Elain. In den spongiösen Enden und den übrigen lockeren Theilen der platten Knochen wird jenes Fett zum größten Theile durch eine röthliche halbflüssige Masse ersetzt, deren Zusammensetzung noch nicht gut gekannt ist. Sie enthält, wie es scheint, eine große Menge extractartiger Stoffe.

In den Knochen gehen Arterien und Venen ein und aus

Von Bibra hat in seinem unlängst erschienenen Werke, Die Knochen und Zähne, zur Kenntniß der Knochen einen wichtigen Beitrag geliefert und außer mehreren Analysen des leimgebenden Gewebes, S. 396, auch noch mitgetheilt, daß in der leimgebenden Substanz der Knochen gegen 0,216 Procent Schwefel vorkommt, welcher im gekochten Leime nicht enthalten ist.

und verbreiten sich durch die ganze Knochenmasse, indem sie sich zuerst in die Markhöhlen begeben und von da durch die oben erwähnten Knochenkanälchen sich vertheilen. Außerdem dringen von der die Knochen auswendig bekleidenden Membran, periostium, viele kleine Arterien in die feste Knochensubstanz ein und begeben sich durch die kleinen Kanälchen in die übrige Masse, wo sie sich mit den erstgenannten Gefäßen vereinigen.

Die Knochensalze sind zweifacher Art; wir unterscheiden nämlich diejenigen, welche dem Blute, dem Marke und den anderen weichen oder flüssigen Theilen angehören und also nicht wesentlich sind, und die Salze, welche der eigentlichen Knochensubstanz eigenthümlich angehören. Letztere sind: phosphorsaurer Kalk $8\,CaO, 3\,Ph_2O_5$, ein Salz, welches nach Graham aus $3\,Ph_2O_5, 8\,CaO, H_2O$ besteht, und also als ein dreibasisch phosphorsaures Salz zu betrachten ist; ferner kohlensaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, kohlensaure Magnesia und Fluorcalcium. Phosphorsaurer Kalk macht den Hauptbestandtheil aus, darauf folgt kohlensaurer Kalk; die übrigen Salze sind in weit geringerer Menge und vom Fluorcalcium nur Spuren darin enthalten. Die relative Menge jener Salze variirt sowohl in den verschiedenen Knochen, als auch in den verschiedenen Lebensperioden. Berzelius fand in 100 Theilen Menschenknochen 33,3 Th. organische Materie und 66,7 Th. unorganischer Stoffe, welche aus 53,04 phosphorsaurem Kalk, 11,30 kohlensaurem Kalk, 1,16 phosphorsaurer Magnesia und 1,20 in Wasser auflöslichen Salzen des Blutes u. s. w. bestanden. Von den 33,3 Th. organischer Materie war 1,13 Th. in kochendem Wasser unlöslich, also Gefäßwände u. s. w. Das Uebrige war leimgebendes Gewebe und der im Wasser auflösliche Theil des Marks. Der Gehalt an organischen Stoffen ist für verschiedene Knochen verschieden angegeben; man hat unter anderen mehr Kalksalze in den festen Theilen der runden Knochen, weniger in den lockeren Knochen gefunden. So fand Frerichs in

	spongiösen Knochen:		compacten Knochen:	
Organische Bestandtheile	38,22	37,42	31,46	30,94
Phosphorsauren Kalk	50,24	51,38	58,70	59,50
Kohlensauren Kalk	11,70	10,89	10,08	9,46

Von Bibra hat ebenfalls eine große Menge Bestimmungen gemacht (s. die Knochen).

In Rhachitis vermindert sich der Gehalt an Kalksalzen und die Knochen werden dadurch biegsam; im Alter nimmt die Menge der Kalksalze und damit die Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit der Knochen zu *).

Daß das leimgebende Gewebe der Knochen vor der Ossifikation Chondrin und keinen Leim giebt, davon ist bereits S. 340 die Rede gewesen. In dem Chondringewebe (wahres Knorpelgewebe) bilden sich Blutgefäße, und von diesen geht dann eine zweifache Veränderung aus, einerseits die Umwandlung des chondringebenden Gewebes in leimgebendes, und andererseits die Absonderung der Knochensubstanz. Diese beiden Metamorphosen gehen gleichzeitig vor sich; man beobachtet sie ebenfalls in den Rippenknorpeln. Sie haben daher einen Causalverband; doch ist die Natur desselben noch nicht näher ermittelt. So viel scheint indessen festzustehen, daß mit der Entwickelung von Blutgefäßen in den Knorpeln die zarte und weiche Substanz derselben sehr mit Flüssigkeit imprägnirt wird, und daß, indem dadurch der Stoffwechsel vorbereitet ist, das Chondrin in Leim verwandelt wird, während die vom Blute herbeigeführten Knochensalze sich in dem entstehenden leimgebenden Gewebe ablagern.

Die Art und Weise, wie die unorganischen Bestandtheile der Knochen mit dem leimgebenden Gewebe vereinigt sind, läßt sich aus dem relativen Verhältnisse der unorganischen und orga-

*) Mehrere Chemiker haben die Knochen analysirt:
Marchand, Journal für praktische Chemie, Bd. 27, S. 86.
Nasse, ibid. S. 274.
Frerichs, Ann. der Chemie und Pharm., Bd. 43, S. 251.
Rees, Phil. Mag., 1840, Jan.

nischen Bestandtheile der Knochen nicht bestimmen, weil außer anderen Salzen auch kohlensaurer Kalk darin vorkommt, der mit der leimgebenden Substanz sicher keine chemische Verbindung eingeht. Nur der phosphorsaure Kalk allein kann hier in Betracht kommen, und in der That scheint nach den Versuchen von Frerichs*) und von Bibra**) eine solche Verbindung zu existiren, wenn schon die Analysen der aus Leim und phosphorsaurem Kalk gebildeten Verbindungen nicht ganz übereinstimmen. Frerichs erhielt aus den gemengten Auflösungen von Knochenleim und von Knochenkalk in Salzsäure durch Ammoniak Niederschläge, worin der Gehalt an Leim 28,2 — 27,4 — 24,4 Procent betrug, während nach der von mir gegebenen Formel des Leims 26,2 % Leim in jener Verbindung enthalten sein müßten. Von Bibra fand 23,25 — 24,7 Procent.

Es scheint demnach eine constante Verbindung von Leim und phosphorsaurem Kalk zu existiren, welche, wenn die von Graham angegebene Zusammensetzung des phosphorsauren Kalks die richtige ist, 1 Aeq. Leim = $C_{13} H_{20} N_4 O_5$ anstatt 1 Aeq. Wasser enthält, nämlich statt

$$3 Ph_2 O_5 + 8 CaO, H_2O,$$
$$3 Ph_2 O_5 + 8 CaO, C_{13} H_{20} N_4 O_5.$$

Hierbei muß ich bemerken, daß ich nicht, wie von Bibra (S. 63) zu glauben scheint, selbst Versuche in dieser Beziehung angestellt, sondern daß ich mir obige Ansicht bloß nach seinen und Frerichs's Versuchen gebildet habe.

Wir mögen daher den phosphorsauren Kalk der Knochen mit der leimgebenden Substanz derselben immerhin für chemisch verbunden halten, wenn auch die Bestimmung jener Verbindung in den Knochen mit Schwierigkeiten verknüpft ist, die vielleicht nicht ganz zu überwinden sind.

Die Stelle, wo der kohlensaure Kalk in den Knochen abgelagert ist, hat noch nicht mit Sicherheit ermittelt werden kön-

*) Annalen der Chemie und Pharmacie, Sept. 1842, S. 252.
**) Die Knochen, S. 62.

nen. Von Bibra (S. 45) theilt die Ansicht seiner Vorgänger, daß dieses Salz in den Knochenkörperchen enthalten sei, und daß es außerdem in den Verzweigungen derselben vorkomme.

Ueber jene Verhältnisse ist schwer ein entscheidendes Urtheil zu fällen. Es ist bis jetzt noch kein constantes Verhältniß zwischen dem phosphorsauren Kalk und der leimgebenden Substanz in den ausgebildeten Knochen gefunden, welches — existirte nur eine chemische Verbindung derselben — in allen Knochen dasselbe sein müßte.

Die bis jetzt ausgeführten Analysen lassen übrigens solch' ein einfaches Verhältniß nicht annehmen; aber bewiesen sie dasselbe auch für ausgebildete Knochen, so würde noch zu beantworten sein, wie die chemische Zusammensetzung derselben im Alter ist, mit welchem stets die Menge des phosphorsauren Kalks zunimmt. Es können übrigens möglicherweise andere chemische Verbindungen von phosphorsaurem Kalk und Leim existiren, worin beide Theile nicht zu gleichen Aequivalenten enthalten sind, und es ist denkbar, daß z. B. im Alter allmälig eine basische Verbindung entsteht. Endlich ist weder die Art und Weise bestimmt ermittelt, wie der kohlensaure Kalk in den Knochen enthalten ist, noch in welcher Form die anderen Salze, welche außer phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk vorkommen, sich darin befinden.

Fettgewebe.

Gleich den bis jetzt abgehandelten Elementargeweben des thierischen Körpers ist auch das Fett im vollen Sinne des Wortes organisirt zu nennen. Es liegt nicht frei in den Höhlungen des Bindegewebes, noch ist es ein Sekret desselben, sondern es befindet sich in besondern Zellen, welche in den Höhlungen des Bindegewebes eine selbstständige Existenz haben. Die Fettzellen sind von allen Seiten geschlossene häutige Beutelchen, deren oft eine große Menge in einer Höh-

lung des Bindegewebes zusammenliegen. Sie sind rund, auf der Oberfläche stark glänzend und besitzen einen weißen glänzenden Saum; sie müssen als selbstständige Organe angesehen werden. Die Fettzellenmembranen hängen gewöhnlich traubenförmig an kleinen Verzweigungen von Blutgefäßen, welche in der äußeren Haut ein Haargefäßsystem bilden, und sind im lebenden Organismus mit flüssigem Fett gefüllt, welches, nach der Ausscheidung aus denselben z. B. durch Aether, krystallisirt.

Man kann die Fettzellen von den Fetttropfen leicht dadurch unterscheiden, daß letztere sich vereinigen lassen und nicht kugelrund, sondern mehr linsenförmig sind. Die Fetttropfen kommen von verschiedener Größe vor, die Fettzellen dagegen weichen in denselben Organen in ihrer Größe nur wenig von einander ab (Fig. 151).

Die Zellenmembran der Fettzellen ist meistens sehr dünn und bisweilen mit einem Zellenkerne versehen, selten mit zweien; in einzelnen Fällen, nach Todd und Borman bei der Auszehrung, gehen von einem Punkte der Oberfläche strahlenförmige Streifen aus, welche für Krystalle von einem festen Fette gehalten werden. Durch Behandlung mit Aether kann man der Membran das Fett entziehen, worauf sie als leeres Beutelchen (Fig. 153) zusammenfällt. Essigsäure löst nach Henle die Zellenmembran auf, wobei der Inhalt von mehreren Zellen zu einem Tropfen zusammenfließt. Wir haben dies nicht beobachtet, im Gegentheile gefunden, daß eine der beiden einander bekleidenden Zellenhäute sowohl in concentrirter Essigsäure, wie in Aetzkali unauflöslich ist. Und zwar scheint die äußere Haut die auflösliche, die darunter liegende, das Fett einhüllende Membran die unauflösliche zu sein (Fig. 152).

Man findet jene Fettzellen beim Menschen in dem losen Bindegewebe unter der Haut, in dem omentum und mesenterium und an vielen andern Stellen*).

*) Die Fettzellen des Nierenbettes eines Schweines sind sehr groß, länglich

Das Fett bildet sich leicht bei zureichender Nahrung namentlich von fetthaltigen Speisen, und wird vom Körper bei mangelnder Nahrung wieder resorbirt. Bei gewissen Thieren, welche in einen Winterschlaf verfallen, häuft es sich gegen diese Zeit in beträchtlicher Menge an und nimmt mit der Dauer des Schlafes allmälig wieder ab.

Dieser periodische Wechsel von Fettablagerung und Re-

---

rund und mit einem körnigen Inhalte gefüllt. Bei dem Schaafe sind sie eckig. In concentrirter Essigsäure trennen sie sich und schwimmen isolirt in der Säure (Fig. 132). Das Nierenbett von einer Kuh enthält ebenfalls polnedrische Fettzellen, welche in concentrieter Essigsäure losweichen und also ein auflösliches Bindemittel besitzen. Bei dem Kalbe kommen gleiche, nur etwas kleinere Fettzellen vor; beim Menschen sind sie noch kleiner (Fig. 131). Kerne sind in allen jenen Zellen nicht zu finden.

Das Nierenfett des Schweines, mit Aether ausgezogen, läßt sehr dunne, durchscheinende Membrane von körniger Beschaffenheit zurück (Fig. 133). Sie sind zusammengefallrn und haben ihre zellige Form verloren. Essigsäure löst sie nicht auf, noch verändert sie die granulöse Beschaffenheit derselben.

Beim Kalbe werden die Zellenmrmbranen nicht von concentrirter Kalilauge aufgelöst; selbst nach riner Stunde besitzen die Zellen noch ihrr Form.

In den mit Aether ausgezogenen Fettzellen des Schaafes erscheint die Haut ebenfalls körnig und durchscheinend. Mit concentrirter Essigsäure behandelt, trennrn sich die Membranen mit Beibehaltung der Form drr Fettzellen und bleiben selbst unnerändert. Es ist demnach eine die Zellen zusammenhaltende Substanz aufgelöst, welche, als die Zelle ganz umschließend, als zweite Zellenmembran betrachtet werden muß. Die innere Membran ist in Essigsäure unlöslich; ebenso wenig wird sie von concentrirtee Kalilauge, auch nicht nach Zusatz von Wasser aufgelöst, noch auf eine andere Weise nerändert. Diese Zellenmembranen bleiben sogar, wenn man sie mit starker Kalilauge bis 80° erhitzt, unverändert, auch wenn man alsdann Wasser hinzufugt. Die Zellen isoliren sich nur und entleeren sich ihres Fettes, während allein die sie nerbindende Substanz aufgelöst wird. Außer Felt ist keine andere Substanz in den Zellen norhanden.

Die Fettzellen eines Schaafes von der innern Seite des Bauches bleiben nach siebenstundiger Einwirkung von concenlrirter Kalilauge unnerändert. Auf Zusatz von Wasser dehnt sich die äußere Zellenmembran aus und wird in eine feinkörnige Substanz verwandelt, später aufgelöst. Die Zelle behält dabei ihre Form und schwimmt unverändert in der Flüssigkeit. Es ist also auch hier das Fett noch von einer zweiten in Kali unlöslichen Membran eingehüllt. Durch Druck kommt auch diese Haut zum Vorschein.

In Essigsäure wird die äußere Hulle der Fettzellen sehr durchscheinend und dehnt sich aus; ubrigens bleibt die Fettzelle mit einem körnigen Inhalte unverändeet.

Woraus jene Membranen bestehen, hat sich nicht ermitteln lassen. (Donders und M.)

sorption desselben läßt unsere Vorstellung von der Entstehung der Fettzellen noch etwas dunkel. Man weiß nämlich nicht, ob auch sie verschwinden, oder nur das darin enthaltene Fett, welches letztere wahrscheinlicher ist. Außerdem ist unbekannt, aus welchen chemischen Stoffen die Membranen der Fettzellen bestehen; man weiß nur so viel, daß diese Stoffe anderer Natur sind als die Fette, und sich weder in Kali noch Aether auflösen. Die äußere der beiden übereinander liegenden Häute scheint leimgebendes Gewebe zu sein; die innere besteht aus einer andern Verbindung.

Das in jenen Fettzellen eingeschlossene Fett ist bei den verschiedenen Thieren verschieden. Die oben (S. 253) aufgezählten fetten Säuren sind darin in der Regel mit Lipploxyd verbunden. Meistens kommen mehrere Fette mit einander gemengt vor, z. B. Margarin und Elain im Menschenfette u. s. w.

Bei den Thieren sind solche Fettgemenge in allen Theilen des Körpers nicht immer dieselben; die Hauptbestandtheile können vielmehr oft bedeutend variiren. So enthält das Nierenbett der Kuh eine viel größere Menge Stearin, als das Fett des Bindegewebes unter der Haut, und in den Markhöhlen der Knochen ist das Elain bei weitem der überwiegende Bestandtheil. Die Zellenhäute der Fettzellen nehmen daher an der Fettbildung einen thätigen Antheil und sind nicht bloß die Behälter einer allgemein verbreiteten Fettsubstanz.

Das sperma ceti in der Kopfhöhle des Physeter macrocephalus und die in der Hirnmasse aller Thiere sich findenden eigenthümlichen Fette beweisen dies aufs Deutlichste. Die S. 260 angegebene Zusammenstellung macht es übrigens wahrscheinlich, daß die besonderen Fette durch Abscheidung oder Aufnahme von Sauerstoff, welcher durch die Lungen dem Blute zugeführt wird, sich aus den allgemeinen Fetten erzeugen.

Vom histologischen Gesichtspunkte ausgehend, müssen wir zweierlei Arten von Fett im Organismus unterscheiden, nämlich solches, welches in den genannten Zellen eingeschlossen liegt, und mit andern Stoffen chemisch verbundenes Fett. Ersteres treffen wir in dem sehr verbreiteten losen zelligen Gewebe an, letzteres kommt im Gehirn und den Flüssigkeiten des Körpers vor.

Das mit der Nahrung aufgenommene Fett findet sich im Chylus. Dieser aber ist alkalisch, und die neutralen Fette werden daher, ehe sie ins Blut gelangen oder wenigstens sehr bald, nachdem sie ins Blut übergegangen sind, ganz oder zum größten Theile verseift. Außer den nicht verseifbaren Fetten, wie Cholesterin, hat man keine neutralen Fette im Blute gefunden*).

Das Blut enthält also margarinsaures, elainsaures und bei vielen Thieren stearinsaures Natron und andere Natronseifen; und es sind diese im Wasser löslichen Salze der fetten Säuren, welche zur Bildung des Fettgewebes und der chemisch gebundenen fetten Stoffe im Gehirn, der Leber und den Nieren dienen. Denn bei weiterer Verarbeitung im Körper vereinigen sich die fetten Säuren nach Verlust der alkalischen Basis, des Natrons, wieder mit Lipyloxyd, oder auch mit andern Verbindungen zu neutralen Fetten.

In der Gehirnmasse, im Parenchym der Leber und Nieren findet man Fette mit Albumin so innig verbunden, daß sie, mit kaltem Wasser gerieben, eine Art Emulsion bilden, gleich wie wenn man gepreßte Manden und Leinsamen mit Wasser zerreibt. Auf gleiche Weise verhält sich die Galle, worin offenbar fette Säuren vorkommen, aber so in inniger Verbindung mit der Galle, daß, ohngeachtet sie freies Natron in hinreichender Menge enthält, Säuren doch nicht im Stande sind, die fetten Säuren daraus niederzuschlagen.

*) Vgl. Simon, Med. Chemie, II. S. 230.

Die Abscheidung der Basis, des Natrons, aus ihrer Verbindung mit den fetten Säuren geschieht in dem Capillargefäßsysteme unter dem Einflusse der daselbst erzeugten Kohlensäure; ebendaselbst müssen die freien fetten Säuren das Lipyloxyd antreffen, um damit wieder neutrale Fette zu bilden (S. 259).

Wenn aus Fetten, welche die Nahrung enthält, im thierischen Organismus wieder Fette gebildet werden, so findet in jedem Falle zuvor eine Zersetzung derselben in fette Säuren, und dann wieder die Umwandlung der letzteren in neutrale Fette Statt. Aber dabei erleiden sie noch eine andere Veränderung, z. B. in dem menschlichen Körper, dessen Fett Margarin und Elain in einem constanten Verhältnisse enthält, auch wenn jene Fette nicht in diesem bestimmten Verhältnisse zugeführt werden. So kann z. B. Olivenöl, welches viel Elain und wenig Margarin enthält, nicht unverändert ins Menschenfett übergehen. Es müssen daher Umwandlungen der einen Fettsubstanz in die andere, z. B. des Margarins in Stearin, und umgekehrt vor sich gehen. Endlich bildet sich nach den Untersuchungen von Liebig auch Fett aus Amylum (Dextrin und Zucker?).

Letztere Stoffe müssen bei ihrer Umsetzung in Fett grade wie im Pflanzenreiche Sauerstoff abgeben. Die Fette werden daher unter desoxydirenden Einflüssen gebildet, unter gleichen Verhältnissen, unter denen aus sauerstoffreichen Fetten sauerstoffärmere entstehen. Wenn z. B. Cholesterin, welches im Blute enthalten ist und in der Galle und im Gehirne vorkommt, aus Margarinsäure erzeugt werden soll, so muß letztere eine gewisse Menge Sauerstoff und Wasserstoff abgeben und Kohlenstoff assimiliren:

Margarinsäure $C_{34} H_{68} O_3$
Cholesterin $C_{37} H_{64} O$

Die Fette sind demnach im thierischen Körper abwechselnd bald der Oxydation, bald der Reduction unterworfen.

Die erstere geht ohne Zweifel in den Lungen vor sich, letztere in dem Capillargefäßsysteme, beide also im Blute. Aus dem Blute werden sie an bestimmten Stellen abgesondert, daselbst später wieder aufgenommen und endlich, nachdem sie stufenweise mehrere Umwandlungen in unbekannte immer sauerstoffreichere Verbindungen erlitten haben, in Form von Kohlensäure von den Lungen ausgehaucht.

Soll z. B. aus der Margarinsäure einer Kuh Buttersäure entstehen, so werden erst 5 Atome Sauerstoff aufgenommen, indem zunächst Butterölsäure gebildet wird:

Margarinsäure $C_{34} H_{70} O_4$

Butterölsäure $C_{34} H_{62} O_5$

und wenn diese darauf in Buttersäure übergeht, so müssen noch sechs andere Sauerstoffatome hinzutreten:

Butterölsäure $C_{34} H_{62} O_5$

4 At. Buttersäure $C_{32} H_{56} O_4$

$C_2 H_6 O$

um aus den übrigbleibenden Elementen Kohlensäure und Wasser zu bilden. Obige Zersetzung geht außerhalb des Thieres in der Butter vor sich, wenn man dieselbe der Luft aussetzt, und ist eben darum sehr geeignet, zu zeigen, wie die Fette im thierischen Organismus verändert werden.

Die Umwandlung von Margarin und Elain in Stearin durch desoxydirende Mittel auch außerhalb des Organismus ist durch die Untersuchungen von Beetz*) zur Thatsache erhoben. Er fand nämlich, daß das adipocire von Fourcroy und Chevreul aus Stearin besteht, mit Stearinseifen gemengt. Das Fett der menschlichen Leichen wird mit der Zeit härter und fester und verwandelt sich, wenigstens das Margarin in Stearin nach dem Seite 254 gegebenen Schema.

Die Fettbildung und Aufnahme von Fetten in dem

*) Poggendorf's Annalen, 1843, Nr. 5, S. 111.

sich in einer Menge von Erscheinungen. Es beginnt schon in den Verdauungswerkzeugen, wo die Entwickelung von Schwefelwasserstoff aus schwefelsauren Salzen eine Folge davon ist, und pflanzt sich von da überall hin in alle Organe fort, die Lungen ausgenommen. Das Vorkommen von reguliniſchem Queckſilber in verſchiedenen Geweben nach längerem Gebrauche von Queckſilberpräparaten mag dieſer Anſicht zum Beleg dienen *).

Muskelgewebe.

Die auf Eindrücke, beſonders auf elektriſche Reize reagirenden, größtentheils dem Willen unterworfenen und der Verkürzung wie der Verlängerung fähigen Organe heißen Muskeln. Ihr Gewebe iſt verſchiedenartig. Wir finden in der bekannten rothen Muskelmaſſe des Körpers ein eigenthümliches Gewebe, welches geſtreifte Bündel beſitzt. Dahin gehören die dem Willen unterworfenen Muskeln und das Herz. In jenen Bündeln ſieht man Faſern, welche aus zwei verſchiedenen Stoffen zu beſtehen ſcheinen, deren Moleküle in abwechſelnder Reihenfolge an einander gelagert einen Faden von granulöſem Anſehen bilden (Fig. 158 u. 161, 2). Von dieſen Faſern ſind einige, von einer Hülſe umgeben, mit einander zu kleinen Bündeln vereinigt (Fig. 155 u. 157 auf dem Querdurchſchnitte geſehen), welche Bündel durch das Bindegewebe wieder zu größeren verbunden ſind (Fig. 154, 2 und 156, 2). Dieſe großen Bündel werden auf's Neue durch Bindegewebe vereinigt, und auf dieſe Art geht die Verknüpfung fort, ſo daß die ganze Muskelmaſſe aus

*) Sowohl dieſe Thatſache, als auch die ganz verſchiedenen Wirkungen, welche, wie allen Aerzten bekannt iſt, Calomel und Sublimat hervorbringen, machen Liebig's Anſicht (Thierchemie), daß Calomel nur durch Umwandlung in Sublimat im Organismus wirken könne, ſehr unwahrſcheinlich.

Fasern und Bindegewebe, mit Gefäßen und Nerven durchwebt, zusammengesetzt ist.

Die ersten oder kleinsten Muskelbündel nennt man Primitivbündel. Sie sind manchmal, wennschon nicht immer, von einer dünnen, mehr oder weniger körnigen Hülle bedeckt, welche in Essigsäure länger ungelöst bleibt, als die Fasern der Primitivbündel, aber sich zuletzt gleichfalls löst, nachdem sie zuvor gallertartig geworden ist.

Jenes Muskelgewebe verdient wegen seiner allgemeinen Verbreitung in dem Organismus besondere Aufmerksamkeit *).

---

*) Querdurchschnitt des musculus semitendinosus des Menschen (Fig. 134). Dicht aneinander liegende Primitivbundel (1) von mehr oder weniger runder Form, vielseitig gegeneinander abgeplattet, in großer Anzahl zu einem sekundären Bundel vereinigt, welches von einem zelligen Gewebe (perimysium (2) umgeben und dadurch von den angrenzenden Bundeln geschieden ist. In diesem zelligen Gewebe, welches nach Zusatz von Essigsäure stark auseinander weicht, sieht man kleine verlängerte Kerne und Kernfaserchen, an einigen Stellen Nervenbundel und Blutgefäßstämme.

Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 135) erblickt man in jedem Bundel die Durchschnitte der Primitivfasern als kleine dunkle Punkte; durch Zusatz von Essigsäure schwillt das ganze Bundel auf; die Punkte entfernen sich mehr und mehr von einander und werden deutlicher sichtbar. Es scheint demnach hauptsächlich die zwischen den Primitivfasern liegende Substanz durch Essigsäure ausgedehnt zu werden. In den Bundeln findet man durchgehends keine Kerne; nur hier und da liegen einige vereinzelt auf dem sarcolemma, sie sind auf dem Längendurchschnitt deutlicher zu sehen. Viele der kleinen Muskelbundel kehren sich durch die Anschwellung, welche sie erleiden, mehr oder weniger um und zeigen nun deutlich ihre Querstreifen. Das sarcolemma mit doppelten Streifen ist nicht wahrnehmbar.

Querdurchschnitt der Schenkelmuskeln eines Frosches. Die Primitivbundel sind größer und liegen noch dichter zusammen, als beim Menschen; sie besitzen meistens eine runde oder polyedrische Gestalt. In jeder Ecke, wo drei Bundel sich aneinander schließen, sieht man mehr oder weniger deutlich den Durchschnitt eines Haargefäßes. Die Primitivfasern sind, besonders auf Zusatz von Essigsäure, gut zu unterscheiden. Außerdem beobachtet man zwischen den Primitivfasern in den Bundeln eine ziemlich große Anzahl Kerne. Die Kerne besitzen auf jedem Durchschnitte eine runde oder eckige Gestalt.

Derselbe Durchschnitt bei einem sehr mageren Frosche. Die Primitivbundel sind im Ganzen kleiner und von sehr verschiedener Größe (Fig. 136). Die kleinsten (1, a) findet man besonders in der Nähe des Perimysiums (2); mitunter sind ihre Durchschnitte vollkommen rund, die Bundel also cylindreförmig. Keene (Fig. 137, 1) und Primitivfasern (2) kommen in den Bundeln nach Zusatz von verdünnter Essigsäure sehr deutlich zum Vorschein. Die Kerne finden sich auch in der Mitte der Bundel. In den kleineren Bundeln (a) liegen die Primitivfasern sehr dicht zusammen.

Die Fasern, welche man Primitivfasern nennt, und deren funfzig, hundert und mehr in einer Scheide eingeschlossen

---

Durch Abmagerung werden also die Primitivbundel dunner, namentlich verschwindet die Substanz zwischen den Primitivfasern.

Dieselben Muskeln von einer Kuh; sie gleichen denen des Menschen, und besitzen nur etwas grössere Primitivbundel.

Dieselben vom Kalbe. Der Muskel enthält viel kleinere Primitivbundel, als bei der Kuh; die Anzahl derselben kann sich also bei fernerem Wachsthume der Muskeln gleichbleiben. Sowohl bei der Kuh, wie beim Kalbe sieht man nur ausnahmsweise Kerne zwischen den Primitivfasern in einem Bundel eingeschlossen.

Auf dem Längendurchschnitte zeigen die frischen, nicht getrockneten Primitivbündel alle jener Muskeln Längsstreifen (Primitivfasern) und Querstreifen, welche gewöhnlich gradlinig sind und in gleicher Richtung verlaufen, oder auch wohl ein Zickzack bilden. Je deutlicher die Primitivfasern erscheinen, um so weniger deutlich sind die Querstreifen, und umgekehrt.

Durch verdünnte Essigsäure kommen auf und in den Primitivbündeln der Frösche (vgl. Fig. 159) viele, auf denen der anderen genannten Thiere nur einzelne verlängerte Kerne zum Vorschein.

Die primitiven Muskelbundel des musculus psoas eines beinahe ausgetragenen Fötus sind sehr schmal, und die Querstreifen liegen so weit von einander, daß der Raum zwischen drei Querstreifen der Breite des Muskelbundels gleichkommt. Durch Zusatz von Essigsäure werden die Muskelbundel sehr durchscheinend, und man kann kaum die Grenze der einander zunächst liegenden Bundel erkennen. Auch die Querstreifen sind kaum zu unterscheiden. An den Rändern der Primitivbündel sieht man in ziemlich großen Abständen ovale Kerne, die auswendig auf dem sarcolemma zu liegen scheinen.

Eine dunne Scheide der vorderen Schenkelmuskel von einem lebenden Frosche zeigt sogleich deutliche Primitivbundel mit ihren Primitivfasern und Querstreifen. Zwischen jedem Paare einander begrenzender Primitivbundel sieht man ein mit Blutkörperchen gefülltes Haargefäß, welches hier und da durch einen die Richtung der Muskelbundel kreuzenden Seitenarm mit einem andern verbunden ist. Besondere Nervenfasern sind zwischen den Muskelbundeln kaum wahrzunehmen; in dem perimysium sieht man kleine Nervenstämme, deren einige nur aus zwei Primitivfasern bestehen, und die sich über eine sehr große Fläche ausbreiten.

Ein schräg geführter Längendurchschnitt des Primitivbundels eines getrockneten Froschmuskels (Fig. 158) zeigt, nachdem er mit Wasser befeuchtet ist, an der dickeren Seite deutliche Querstreifen, die an der dünneren Seite in eine Reihe von Körnchen übergehen, welche, in Längsreihen verbunden, die Primitivfasern bilden und dadurch, daß sie dicht auf und neben einander liegen, dem Bundel das Ansehen der Querstreifung ertheilen.

Froschmuskel, nachdem er zehn Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen hat. Die Bundel (Fig. 159) sind stark geschwollen und durchscheinend geworden, die Primitivfasern sehr wenig sichtbar, die Querstreifen sehr schön, die Kerne deutlich, doch nicht deutlicher sichtbar, als nach viel kürzerer Einwirkung von verdünnter Essigsäure. Nach achtundvierzig Stunden befindet sich noch Alles in dem nämlichen Zustande. Man sieht zwischen und über den Bundeln ein Haargefäß und darin eine Reihe von Kernen der Blutkörperchen.

liegen, hält man für Fibrin; aber der Beweis für diese Annahme muß erst noch geliefert werden. Es ist ausgemacht,

---

Muskel einer Kuh nach viertägiger Behandlung mit concentrirter Essigsäure. Die ganze Masse ist gallertartig; die Querstreifen noch sichtbar und gebogen; die Primitivfasern undeutlich, die Kerne schwer zu erkennen.

Muskel eines beinahe ausgetragenen Fötus, welcher zwei Stunden in concentrirter Essigsäure lag. Die Primitivbundel sind stark ausgedehnt und blaß, die Querstreifen deutlich unterscheidbar; die Primitivfasern nicht wahrnehmbar, die Kerne ebenfalls ein wenig verblaßt.

Muskel eines Frosches, in einer verschlossenen Flasche vierundzwanzig Stunden mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung gelassen. Gelatinös angeschwollen; die Primitivbündel sind begrenzt; demnach scheint das sarcolemma nicht aufgelöst zu sein; von Primitivfasern oder Querstreifen ist nichts zu sehen. Mit viel Wasser versetzt wird das Stückchen weiß und zieht sich zusammen; die Primitivfasern sind nur unter dem Mikroskop sichtbar und zeigen körnige Anschwellungen in der Richtung und auf den Zwischenräumen der Querstreifen.

Muskel einer Kuh, vier Tage mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, die dabei mehr oder weniger dem Zutritt der Luft bloßgestellt war. Die Primitivbundel sind viel breiter geworden, die Enden meist scharf rechtwinklig abgebrochen. An manchen Stellen sieht man auf der Oberfläche dunkle Querstreifen, nämlich da, wo das Muskelbundel schmaler ist; es scheint, daß der geschwollene Inhalt der Primitivbundel hier durch stärkeren Widerstand des sarcolemma sich auszudehnen gehindert ist. An anderen Stellen sind die Primitivbundel auch durchgebrochen. Die Querstreifen sind noch sichtbar, an einigen Stellen kann man auch die Längenfasern noch sehr gut unterscheiden; die Kerne sind gequollen, hier und da körnig. In einem Bundel sieht man in kleinen regelmäßigen Abständen zwei Reihen der verlängerten geschwollenen Kerne.

Zusatz von Wasser verändert nichts; es muß also aus der Luft Wasser angezogen sein, in Folge dessen die Sulphoproteinsäure nicht gallertartig genug hat werden können.

Muskel einer Kuh. Concentrirte Salpetersäure veranlaßt starke Gasentwickelung und macht die Primitivfasern, welche besonders deutlich waren, verschwinden. Die Bundelchen bleiben übrigens scharf begrenzt. Das sarcolemma scheint demnach nicht angegriffen zu werden. Salpetersäure, mit gleichen Theilen Wasser verdünnt, bringt die nämlichen Erscheinungen hervor. Bei einer Verdünnung mit vier Theilen Wasser bleiben die Primitivfasern noch deutlich sichtbar; nach einiger Zeit verschwinden aber die Querstreifen, darauf auch die Primitivfasern, und das ganze Bündel wird durchsichtiger. Hier und da sieht man verlängerte Kerne; das sarcolemma erscheint strukturlos; doch zeigen sich hin und wieder abwechselnde dunkle Linien auf demselben.

Muskel eines Frosches nach viertägiger Einwirkung von Ammoniak auf einem bedeckten Uhrglase. Die Primitivbundel sind durchscheinender, die Primitivfasern nicht deutlich, die Kerne durchsichtig und etwas breiter, die Querstreifen überall sehr deutlich sichtbar. In der Flüssigkeit hat sich eine große Menge pulverförmiger Substanz abgesetzt, welche unter dem Mikroskop strukturlos erscheint.

Muskel einer Kuh. Durch Einwirkung von concentrirtem Kali werden die Muskelbundel etwas durchscheinender; die Querstreifen bleiben

daß die Faſern keine einfache organiſche Verbindung ſind; man unterſcheidet vielmehr zwei organiſch verſchiedene Sub-

deutlich ſichtbar, die Primitivfaſern gleichfalls. Die Kerne ſind ſehr gut zu unterſcheiden. Das Ganze war, nachdem es achtundvierzig Stunden auf dem Objectivglaſe gelegen hatte, unverändert; die Kerne ſind beſonders deutlich und breiter; auch die Primitivfaſern und Querſtreifen gut zu unterſcheiden.

Muskel eines Froſches nach funfſtündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge. Die Primitivbundel (Fig. 160, a) laſſen ſich leicht iſoliren und ſind ſehr weich, körnig, wenig durchſcheinend; die Primitivbundel ſind deutlich zu erkennen; die Querſtreifen nicht überall zu ſehen. Die Kerne (i) haben eine weſentliche Veränderung erlitten; ſie ſind ſtark geſchwollen, oval und beſitzen ein körniges Anſehen. Durch Zuſatz von Waſſer wird ſchnell Alles ohne Rückſtand aufgelöſt. Im erſten Augenblicke ſchwellen die Kerne beinahe zu runden Körperchen an (Fig. 160, b, i), um darauf alsbald zu verſchwinden. Gegen Ende der Auflöſung kommen einige der Querſtreifen wieder zum Vorſchein.

Muskel eines Froſches nach vierundzwanzigſtündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge. Die Primitivbundel ſind meiſtens iſolirt oder leicht zu trennen und ſowohl in der Längen- wie in der Querrichtung zu theilen. Die meiſten ſind in rechtwinklich abgeſchnittene Querſtücke (Fig. 161, i) zerfallen. Die Querſtreifen ſind noch gut zu unterſcheiden, die Primitivfaſern haben gekerbte Ränder; ſie gleichen Perlenſchnuren (2) und ſcheinen demnach aus heterogenen Theilen zu beſtehen, welche die Urſache der Querſtreifung ſind. Ein Theil ſcheint in Kali leichter auflöslich zu ſein als ein anderer, ein Umſtand, der die Theilung der Bundel in der Richtung der Querſtreifung erleichtert.

Durch Zuſatz von Waſſer wird Alles aufgelöſt.

Muskel eines beinahe ausgetragenen Fötus, nachdem er eine halbe Stunde in concentrirter Kalilöſung gelegen. Sehr erweicht, die Primitivbundel leicht zu iſoliren. Die Ränder derſelben ſind meiſtens glatt, manche gekerbt; an einzelnen Stellen erblickt man noch Spuren einer Querſtreifung; Primitivfaſern ſind nicht wahrnehmbar. Die Kerne liegen in großen Entfernungen, ſind geſchwollen, aber nicht deutlich markirt, oft kaum wahrnehmbar. Außer den Primitivbundeln, welche von einander getrennt liegen, nimmt man keine andere Grundformen wahr.

Auf Zuſatz von Waſſer erblaſſen anfangs die Primitivbundel, ohne eben anzuſchwellen; die Kerne dehnen ſich aus und manche verſchwinden, während der Rand der Primitivbundel ſich noch ziemlich unverändert erhält. Bei fernerer Einwirkung von Waſſer bleibt von den Muskelbunbeln nichts, als einige feine Körnchen übrig; nun kommen auch die kleineren Blutgefäße und ſelbſt Haargefäße, noch mit gelbgefärbten Blutkörperchen gefüllt, vollkommen deutlich zum Vorſchein. Nach Zuſatz von mehr Waſſer loſen ſich die Muskelbundel ganz ohne Rückſtand auf.

Muskel einer Kuh, nachdem er vierundzwanzig Stunden lang in ſtarkem Alkohol gelegen. Die Längsfaſern ſind ſehr deutlich, die Querſtreifen gleichfalls. Die iſolirten Primitivfaſern haben eine körnige Beſchaffenheit.

Muskel einer Kuh; durch Zuſatz von Sublimatlöſung kommen die Grenzlinien der Primitivbundel deutlich zum Vorſchein. Die iſolirten Primitivfaſern ſcheinen aus kleinen verlängerten Theilen zu beſtehen, die einander begrenzen; ſie zeigen unregelmäßige kleine Anſchwellungen.

stanzen. Die eine derselben bildet dickere Kügelchen als die andere, und beide reihen sich in abwechselnder Folge an einander, so daß die Faser einer Perlenschnur gleicht, deren Perlen in kleinen Entfernungen neben einander liegen und wie durch einen dicken Faden vereinigt sind. Soweit uns gegenwärtig jene Verbindungen bekannt sind, möchte ich die eine für Fibrin, die andere für Proteinbioxyd halten. Durch Behandlung der ausgewaschenen Muskeln mit concentrirter Essigsäure lösen sich nämlich jene Primitivfasern auf, und wenn man diese Auflösung mit kohlensaurem Ammoniak präcipitirt, so erhält man Proteinbioxyd; dasselbe Verhalten zeigt das Fibrin, wenn man es auf gleiche Weise behandelt, und unter gewissen Verhältnissen auch das Proteinbioxyd. Die organische Verschiedenheit der Faser läßt uns zwei verschiedene Körper darin annehmen, und wir kennen gerade im Fibrin und Proteinbioxyd zwei Verbindungen, deren Eigenschaften denen der Primitivmuskelfasern entsprechen.

Jene organische Verschiedenartigkeit der Primitivfaser ist die Ursache der Querstreifung, welche man auf den einzelnen Bündelchen wahrnimmt; denn dadurch, daß die homogenen Kügelchen der Fasern ganz genau neben einander liegen, erscheinen sie auf der Oberfläche als Streifen, welche die Richtung des Bündels rechtwinklig durchsetzen. Da nun die dünneren Kügelchen, oder diejenigen, welche zwischen den dickeren liegen und dieselben vereinigen, in verschiedenen Auflösungsmitteln leichter auflöslich sind als jene, so kann man

---

Nach achtstündigem Verweilen in der Sublimatauflösung sind die Primitivbundel hart, undurchsichtig und leicht zu isoliren, die Querstreifen sehr deutlich, die Primitivfasern in den Bündeln nicht gut zu unterscheiden; die Kerne sehr schmal.

Muskel einer Kuh, achtundvierzig Stunden lang mit Jodtinktur behandelt. Die Primitivbundel sowohl als das perimysium sind stark gebräunt. Die isolirten Primitivfasern erscheinen als aneinander gereihte Körnchen; einige, welche aus dem Bundel getrennt sind, aber noch dicht zusammenliegen, zeigen Querstreifen. Alle sind sehr stark braun gefärbt. (Donders und M.)

die Primitivbündel der Muskeln in zwei Richtungen spalten, nämlich in der Längsrichtung der Fasern und in der Querrichtung, wobei man jedesmal dünne Scheiben erhält. Jenes Verhalten ist von Todd und Bowman (s. Physiological Anatomy and Physiology of man, p. 152, Tom. 1) ungefähr eben so beschrieben, wie unsere Beobachtungen uns gelehrt haben; nur fanden wir die Querspaltung nicht so stark als jene Beobachter.

Die Muskelfasern liegen in einer Scheide, welche nicht aus leimgebendem Gewebe besteht, sondern sich wie ein inniges Gemenge der Bestandtheile des leimgebenden und elastischen Gewebes verhält, und worin man einzelne Kerne erblickt, welche durch Essigsäure deutlich zum Vorschein kommen und in Kali anschwellen.

In diesen beiden Formen, den Primitivfasern und den sie umschließenden Scheiden, liegt das Wesen des dem Willen unterworfenen Muskelgewebes. Es gehört übrigens noch eine dritte Substanz dazu, welche unterschieden werden muß. Die Primitivfasern grenzen nämlich nicht unmittelbar an einander, sondern sind durch eine formlose Zwischensubstanz geschieden.

Die sekundären Bündel sind durch Fasern des Bindegewebes, welches in einigen Fällen Fettzellen enthält, unter einander vereinigt und die ganze Muskelmasse außerdem mit Gefäßen und Nerven durchwebt.

Außer jenen willkürlich beweglichen Muskeln hat man noch zwei andere Arten zu unterscheiden: Muskelfasern, welche sich wie Fasern des Bindegewebes verhalten und in der Iris und der Haut der vasa lymphatica vorkommen — sie reagiren auf galvanische Eindrücke —, und Muskelfasern, welche mit den Muskelfasern der mittelsten Umhüllungsschicht der Arterien übereinstimmen; diese finden sich in der muskulösen Bekleidung des Magens und der Eingeweide. Beide sind willkürlich nicht beweglich.

Was die ersteren anlangt — die, welche den Fasern des Bindegewebes gleichen, — so sind wir über ihre Natur noch im Zweifel; denn wenn sie auch hinsichtlich ihrer Form mit dem Bindegewebe übereinzustimmen scheinen, so besitzen sie (namentlich die Fasern der Iris) doch den chemischen Charakter der Muskelfasern. Nach Henle ist die Form vollkommen die des Bindegewebes; Valentin findet dagegen die Fasern den nicht gestreiften Spiralfasern gleich und mit Bindegewebe durchwebt.

Man muß darüber neuere Untersuchungen abwarten.

Die zweite Art der Muskelfasern, welche denen der mittelsten Umhüllungsschicht der Arterien gleich kommen und glatte, einfache Muskelfasern genannt werden, besteht aus länglichen schmalen Plättchen (Fig. 164, a), mit schmalen zulaufenden Enden, und hier und da mit länglichen Kernen, zuweilen mit einer Reihe von Punkten versehen, welche in gerader Linie über die ganze Fläche verlaufen. Man findet sie in der Speiseröhre, der Blase und an vielen anderen Stellen, wo unfreiwillige Muskelbewegung stattfindet, auch in der Muskelhülle (Fig. 171, a) der Arterien. Sie werden von Essigsäure aufgelöst. Da sie nun in der Form mit einigen Fasern der mittleren Arterienhaut übereinkommen und man in derselben Umhüllungsschicht andere Fasern von einer eigenthümlichen, von der der Muskelfasern verschiedenen Beschaffenheit fand, so hat man jenen Muskelfasern einen ganz eigenthümlichen Charakter beigelegt. Jene Arterienhaut enthält nun aber zwei Arten von Fasern, nämlich Fasern des elastischen Gewebes und willkürlich nicht bewegliche Muskelfasern, und es ist daher, so lange man versäumt, den verschiedenen Charakter dieser beiden Arten von Fasern gehörig in Betracht zu ziehen, aus dem Gewebe der Arterienhaut überhaupt auf die Natur der darin enthaltenen Muskelfasern kein Rückschluß zu machen.

Was man über die Fasern der vom Willen unabhängi-

gen Muskeln weiß, ist, daß sie in kleinen Bündeln zusammenliegen, aber nicht, wie bei den willkürlich beweglichen Muskeln, von einer gemeinschaftlichen Scheide umschlossen sind. Die Fasern selbst, die Primitivfasern, sind platt und dünn. Zunächst kommen dünne Fibern des elastischen Gewebes (Fig. 162, 163 und 164, c 2) zwischen denselben vor, die nämlichen, welche Henle Kernfasern nennt, und welche als dünne Verlängerungen der ursprünglichen Kerne anzusehen sind, die bei stärkerer Entwickelung wahre Fasern des elastischen Gewebes bilden können.

Das eigentliche Muskelgewebe besteht aus einer Substanz, die von Kali und Essigsäure aufgelöst wird und sich mit Salpetersäure und Ammoniak gelb färbt, also eine Proteinverbindung ist. Ueber die Natur derselben ist übrigens nichts Näheres bekannt. Die gleichmäßige Struktur der Fasern der willkürlich nicht beweglichen Muskeln unterscheidet sie von den Fasern der anderen Muskeln, worin zwei chemisch verschiedene Stoffe vorkommen *).

*) Vom Willen unabhängige Muskelfasern des Schluckdarms einer Kuh, einige Stunden nach dem Tode. Es sind dunne, geradr Fasrrn, welche, mit Essigsäure behandelt, sehr durchscheinend werden und viele verlängerte Keimr zeigen; manche schwellen stark an und weeden länglich rund, koenig.

Nach rin- obrr zweitägigrm Beeweilen in concentrirter Kalilauge (in einem vecschlossenen Gefäßr) rscheinen sie feinkörnig, formlos; auf Zusatz von Wassee verschwindet die körnige Substanz, und es kommrn sehe dunne, schaef begrenzte Fäden zum Vorschrin, die sich bisweilen verzweigen und untereinandrr nereinigen (Fig. 162). Sie sind als Kernfaseen obrr elastische Fasren zu beteachten.

In Sublimatlösung werden sie körnig (nach zwei Tagen).

In Geebsäuee unduechsichtig.

In Schwefelsäure nach achtundnieezig Stunden gelatinös geschwollen. Man sieht die dunnen elastischen Fasern mit kenmmlinigem Laufe hinduechscheinen.

Die Muskelfasern der mittleren Arterienhaut sind nach virrstündigem Verweilen in Kali breit, platt und durchscheinend gewoedrn, nicht kornig. Das elastische Gewebe der Arterirn hat selbst nach vieeundzwanzigstündiger Einwirkung von Kali seine Form beibehalten, aber die Faseen lassen sich dann leicht von einander teennen. Die Fasern sind dunner als die des Nackenbandes, aber nerhalten sich diesen im Uebrigen vollkommen gleich. Es findet also eine bestimmte Veeschiedenheit zwischen den elastischen und den vom Willen unabhängigen Muskelfasern der Arterien Statt.

Die chemische Zusammensetzung der Muskeln als solche zu kennen, hat daher nur technischen Werth. Berzelius hat sie bereits vor vielen Jahren mit großer Sorgfalt untersucht. Mit Blut und Ernährungsflüssigkeit getränkt, enthalten sie 77 % Wasser und 5 % in kaltem Wasser auflösliche Bestandtheile. In 100 Th. Muskelsubstanz sind also 18 % in kaltem Wasser unauflösliche Stoffe vorhanden, welche durch Kochen hart werden und dann, die Gefäßwände, einiges Fett u. s. w. ausgenommen, hauptsächlich Proteinbioxyd erzeugen, welches sich in Säuren viel schwieriger auflöst als die Muskelfasern selbst und daher schwer verdaulich ist.

Duech keins der Nragentien verändert, dilden leztere platte, reine, durchsichtige Fasern.

Die Muskelfasern der Ringfaserhaut der Arterien sind nach vierstündigem Verweilen in Kalilauge geschwollen und einiger Mannen geannlös. Durch Zusatz von Wasser wird fast Alles aufgelöst, nur bleibrn seine, gekräuselte, deutlich begrenzte Fasern zurück.

Vom Willen nnabhängige Muskelfasern aus dem Dickdarm eines erwachsenen Menschen. Dunne, platte durchscheinende Fäden (Fig. 164, a), wenn sie isolirt sind; in Masse gesehen, erscheinen sie rauh an drr Oberfläche (b). Durch Einwirkung von Essigsäure werden sir viel blasser (c), schwellen nicht stark an, aber zeigen sehr viele verlängerte Kerne (1), und hier und da duune elastische Fasern (2).

Concentrirte Salpetersäure nach Zusatz von Ammoniak färdt sie geld.

Von der unteren Hälfte drs oesophagus sind sie deutlichee, platt, edenfalls durchscheinend; Essigsäure bringt auch hier viele Kerne und Kernfaseru zum Vorschein.

Vom Willen nnabhängige Muskelfasern der Eingeweide eines Frosches. Die Fäden sind, nachdem sie einige Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen haben, hell durscheinend, feinkörnig, mit einzelnen hervorragenden körnigen Körperchen versehen.

Durch mehrstündige Einwirkung von Gerbsäure werden die Bundel undurchsichtig und rauh; die Faser wird edenfalls rauh, aber bleibt durchsichtig. Auf der Oberfläche der Bundel sieht man viele körnige Theilchen.

Nach mehrstündigrm Verweilen in Sublimatlösung werden die Bnndel dnnkel, körnig und sind schwer in Primitivfasern zu spalten.

In Alkohol werden die Primitiosasern nach einigen Stunden an den Kanten wie haarig, durchscheineud; die Bündrl erhalten ein körniges Ansehen. Es ist kein sarcolemma zu sehen.

Concentrirte Schwefelsäure macht die Bundel nach einigen Stunden sehr gelatinös, durchscheinend; doch bleiben sie noch mehr oder weniger faserig. Auf Zusatz von Wasser ziehen sie sich zusammen, werden undurchsichtig, faserig und körnig, und sind nichts weniger als homogen. Nach Behandlung mit Kalilauge, nnd nachdem das schwefelsaurr Kali ausgewaschen ist, bleibt eine feinkörnige, faserige Substanz übrig. (Donders und M.)

Was sich von den durch Auspressen mit kaltem Wasser extrahirten zerkleinerten Muskeln in kochendem Wasser auflöst, ist zum Theil aus den Primitivfasern gebildetes Proteintritoryd; ferner Leim vom Bindegewebe stammend. Kocht man einen Muskel unmittelbar aus, ohne ihn zuvor fein gehackt mit kaltem Wasser ausgeknetet zu haben, so bleibt außer Proteinbioryd noch coagulirtes Eiweiß, vom Blutserum herrührend, als unlösliche Verbindung zurück, während das Dekokt Leim, ferner Proteintritoryd von den Muskelfasern und von dem Fibrin und Albumin des Blutes, und noch viele andere Bestandtheile enthält, welche theils von dem in den Muskeln vorkommenden arteriellen und venösen Blute, theils von dem Serum der Blutgefäße, theils von den Nerven und theils von dem leimgebenden und Fett-Gewebe abstammen.

Ein mit kaltem Wasser bereitetes Fleischextrakt enthält daher Albumin und coagulirt beim Erwärmen, ferner organische Salze, welche zum Theil in Alkohol auflöslich sind, Salze von Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Ammoniak, außerdem Chlorcalcium, Chlornatrium und Chlorkalium. Damit gemengt erhält man kohlensaures Kali und Natron und phosphorsauren Kalk, welche Salze durch extraktartige Stoffe im Alkohol auflöslich geworden sind. In Alkohol ungelöst bleiben größere Mengen phosphorsaures Natron und phosphorsaurer Kalk.

Vom Alkohol werden viele extraktartige Körper aufgenommen, welche man unter dem Collektivnamen von Osmazom zusammengefaßt hat. Es ist dies ein Gemenge verschiedenartiger, während des Eindampfens sich bräunender Stoffe, deren Abstammung sich kaum andeuten läßt. Sie gehören theils dem Fibrin des Blutes an; denn Fibrin giebt an Alkohol ein rothes Extrakt ab, wenn man es mit Wasser kocht und die Masse, welche nach dem Verkochen des Wassers zurückbleibt, mit Alkohol auszieht; zum Theil können sie auch in dem Blute und in den Nerven vorhanden gewesen, theils

auch während des Eindampfens durch Zersetzung aus anderen Stoffen gebildet sein. Endlich kommen in dem Alkoholextrakt auch die Fette der Muskelmasse und die Salze der fetten Säuren aus dem Blute vor, welches den Muskel erfüllte.

Absoluter Alkohol nimmt aus dem wässrigen Extrakte ähnliche extraktartige Stoffe auf, als in dem Extrakte des Urins vorkommen. Es sind dies Bestandtheile des Blutes, welche durch die Nieren abgesondert werden. Sublimat schlägt einen Theil derselben nieder, basisch essigsaures Bleioxyd einen andern und läßt einen dritten Bestandtheil aufgelöst.

Aus dem unaufgelösten Extrakt zieht Alkohol von 0,833 eine gelbe Materie aus, welche durch Galläpfelinfusion und Sublimat, nicht durch neutrales essigsaures Blei noch Zinnchlorür gefällt wird.

Der in Alkohol von 0,833 unlösliche Rückstand ist ein dunkelbraunes Extrakt, wovon ein Theil durch Sublimat, ein anderer durch Zinnchlorür fällbar ist, und worin noch verschiedene andere Extrakte vorkommen (s. Berzelius Chemie, Bd. 9, S. 575).

Chevreul fand noch eine krystallisirbare Substanz, Kreatin, in dem alkoholischen Extrakte von eingedampfter Bouillon, eine geruch- und geschmacklose Verbindung, die, außer von Wöhler, nicht wieder darin aufgefunden ist.

Der eigentliche elementare Hauptbestandtheil der Muskeln, nämlich die Substanz der Primitivfasern, ist hinsichtlich seiner chemischen Natur nicht genau gekannt. Es läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie mit Fibrin übereinstimmt, worin Proteinbioxyd eingemengt ist. Ueber die Substanz, welche die Primitivfasern trennt, läßt sich für jetzt noch nichts mit Bestimmtheit angeben. Sie verhält sich übrigens, gleich den Fasern, wie eine Proteinverbindung, und theilt mit jenen auch die chemischen Eigenschaften, nämlich in concentrirter Essigsäure sich aufzulösen und in ver-

dünnter Essigsäure gallertartig und durchscheinend zu werden; außerdem besitzt sie alle Eigenschaften des Proteins. Die Angabe, daß kohlensaure Alkalien die Primitivbündel hart machen (Ficinus), beruht gewiß auf einem Irrthume. In sehr verdünnter Salzsäure verhalten sie sich gleich dem Fibrin (Bouchardat)*), sie werden bei gewöhnlicher Temperatur gallertartig und lösen sich später auf.

Die rothe Farbe der Muskel rührt allein von dem in dem Capillargefäßsysteme derselben enthaltenen Blute her. Mit Wasser ausgespritzt ist jeder Muskel farblos und enthält daher keinen besondern Farbstoff, noch, wie man sich vorgestellt hat, außer im Capillargefäßsysteme eine andere färbende Materie. Mit Oel ausgespritzt, behielten die Muskeln bei lebenden Thieren nur eine gelbliche Farbe. Nach dem Tode glückte dieser Versuch nicht mehr vollständig, weil alsdann das coagulirte Blut nicht ganz entfernt werden konnte. Die einzige Ursache der rothen Farbe ist das Blut**).

Die Zusammensetzung der Muskeln durch die Elementaranalyse zu bestimmen, ist unausführbar. Wir würden ein Gemenge von sehr verschiedenen Stoffen verbrennen, ein aus Muskelfasern, Bindegewebe, den Häuten der Blutgefäße und Nerven zusammengesetztes Gewebe. Haben demnach Playfair und Böckmann***) die Zusammensetzung der Muskeln mit der des Blutes vollkommen identisch gefunden, welches ebenfalls aus einem Gemenge vieler Substanzen besteht, und worin ganz andere Verbindungen enthalten sind als in den Muskeln, so mag daraus gefolgert werden, daß es manchmal unmöglich ist, sehr wesentliche Verschiedenheit in

*) Scheik. Onderz. Deel II, p. 578.

**) A. Luijten. De musculorum rubore. Dissertatio inauguralis, 1840.

***) Liebig. Physiol. Chemie, 2te Aufl., S. 290.

	Ochsenfleisch.		Ochsenblut.	
C	54,42	54,18	54,19	54,20
H	7,89	7,93	7,48	7,65
N	15,67	15,71	15,72	15,73
O	22,32	22,18	22,31	22,12.

der Zusammensetzung durch die Elementaranalyse zu entdecken.

Adriani hat inzwischen die Analyse der Muskeln wiederholt und Resultate erhalten, denen zufolge ihre Zusammensetzung einen andern Charakter erhält. Muskeln, nach Art der Proteinbereitung in verdünnter Kalilauge gelöst und mit Essigsäure gefällt, oder in Essigsäure aufgelöst und mit kohlensaurem Ammoniak präcipitirt, gaben Zahlen, welche ungefähr die Zusammensetzung von Proteinbioxyd ausdrücken und der Formel $C_{40} H_{62} N_{10} O_{14}$ *) entsprechen. Fibrin, auf gleiche Weise behandelt, giebt dasselbe Resultat; es nimmt aus der Luft leicht Sauerstoff auf **).

In Massen der Elementaranalyse unterworfen, liefern die Muskeln nach den Versuchen von Adriani ein Resultat, welches der Zusammensetzung einer Proteinverbindung nahe entspricht, welches aber bei dem Gehalte an leimgeben-

*) Muskelfleisch, mit kaltem Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen, in Essigsäure gelöst, filtrirt und mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, gab folgende Zahlen:

	gef.	At.	ber.
C	53,91	40	53,36
H	7,15	62	6,75
N	15,24	10	15,45
O + S	23,70	14	24,44

Muskel, im kaustischen Kali (1 Th. auf 40 Th. Wasser) gelöst, filtrirt, mit Essigsäure gefällt, mit Wasser ausgewaschen und dann mit Alkohol und Aether ausgezogen, gaben Adriani nachstehende Zahlen:

C	53,83
H	7,11
N	15,38
O	23,68

Aus jenen Versuchen geht deutlich hervor, daß man hier vorzugsweise Proteindioxyd und nicht bloß Protein hat, weshalb ich auch, namentlich auf die zuletzt angeführte Analyse mich stützend, der Ansicht bin, daß die Primitivfasern der Muskeln nicht aus Protein bestehen. Welcher der beiden Bestandtheile der Primitivfasern Proteinoxyd ist, ob die dickeren Kugelchen oder die dazwischen liegenden dünneren Theile, ist schwer zu ermitteln. Der etwas zu groß gefundene Kohlenstoffgehalt scheint von einer anderen sauerstoffärmeren eingemengten Proteinverbindung herzurühren.

Obschon es für jetzt noch unentschieden bleiben muß, woraus die zwischen den Primitivbündeln befindliche Substanz besteht, so glaube ich wenigstens annehmen zu dürfen, daß nicht bloß Fibrin in den Muskeln enthalten, und daß die Primitivfaser keineswegs mit Fibrin identisch ist.

**) Scheik. Onderz. Deel I, p. 568.

den Geweben und den Häuten der Arterien, Venen, Wassergefäße, Capillargefäßen und Nerven als solches werthlos ist*). Derartige Versuche beweisen zu viel, und eben darum nichts. Die Analysen von Adriani weichen indessen beträchtlich von denen Playfair's und Böckmann's ab, und die Natur der Muskeln beweist auch, daß letztere unmöglich richtig sein können. Der Kohlenstoffgehalt der Muskelmasse insgesammt muß nämlich geringer ausfallen, weil eine ansehnliche Menge leimgebendes Gewebe darin vorkommt, welches bei der Analyse 50,37 % Kohlenstoff liefert. Die Stickstoffmenge muß aus demselben Grunde größer sein, als Playfair und Böckmann gefunden haben, da der Leim 18 % Stickstoff enthält.

*) Scheik. Onderz. Deel III. Muskelfleisch einer Kuh, mitten aus der Muskelmasse genommen, fein zerschnitten, mit kaltem Wasser ausgewesch und darauf mit warmem Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen:

C	53,34	52,91
H	7,23	7,30
N	16,31	
O	22,71	
S	0,41	

Freier Phosphor war nicht darin vorhanden; der Schwefelgehalt nähert sich dem des Fibrins.

Schlossberger hat (Berzelius Jahresbericht 1843, S. 607) Fleisch von mehreren Thieren analysirt. Er fand in dem der Fische und Krebse keine Blutkörperchen, aber in dem der letzteren eine Art Pigment, welches sich den Fetten oder Harzen nähert. Bei älteren Individuen wird die Wassermenge in dem Fleische geringer, und in demselben Verhältnisse nehmen Fibrin und die Blutkörperchen zu.

	Fleisch vom								
	Ochsen.	Kalbe.	Kalbe.	Schweine.	Hirsch.	Taube.	Kücklein.	Karpfen.	Forelle.
Fibrin, Bindegewebe u. s. w.	17,5	15,0	16,2	16,8	18,0	17,0	16,5	12,0	11,1
Uncoagul. Albumin u. Extract	2,2	3,2	2,6	2,4	2,3	4,5	3,0	5,2	4,4
Alkoholextract mit Salzen	1,5	1,1	1,4	1,7	2,4	1,0	1,4	1,0	1,6
Wasserextract mit Salzen	1,3	1,0	1,6	0,8		1,5	1,2	1,7	0,2
Knochenasche mit Thierstoffen	—	0,1	—	—	0,4	—	0,6	—	2,2
Wasser und Verlust	77,5	79,7	78,3	78,3	75,9	76,0	77,3	80,1	80,5

Blutgefäße.

Bei den höheren Thierklassen unterscheiden wir zwei Arten Blut führender Gefäße, nämlich Arterien und Venen. Zwischen ihnen steht einerseits das Herz, andererseits das sogenannte Capillargefäßsystem, welches beide vereinigt. Das Gefäßsystem ist also ein continuirlicher Kanal, welcher aus Herz, Arterien, Capillargefäßen und Venen besteht, welche letztere das Blut wieder zum Herzen zurückführen. Die Arterien und Venen lassen sich, was ihren physiologisch-chemischen Charakter anlangt, kurz abhandeln, weil sie aus einem Aggregat von Elementarformen bestehen, welche wir bereits kennen gelernt haben. Die Bekleidung der Arterien besteht, wenn wir von innen nach außen fortschreiten, zuerst aus einfachem blättrigen Epithelium (Fig. 172) (s. S. 545), einer dünnen Zellenschicht mit Kernen, die sich auf der Bauchhaut und an anderen Stellen findet. Die zweite Schicht wird gestreifte oder gefensterte Gefäßhaut genannt und besteht aus mehreren Faserschichten (Fig. 170 und 165, 5), die in einer Membran in einiger Entfernung von einander liegen, in der Regel der Länge nach über einander geschichtet und durch viele Verzweigungen unter einander vereinigt. Die dritte Lage ist ein dichtes Agglomerat einer Menge von Plättchen, welche aus starken, der Länge nach verlaufenden elastischen Fasern bestehen (Fig. 165, 3, 166 1, 167, 1 und 169), mit denen Muskelfasern (Fig. 171 a) sehr innig verwebt vorkommen. Sie heißt tunica fibrosa muscularis. Die vierte Schicht, die tunica elastica (Fig. 165, 2), besteht aus longi-

Bei den Insekten findet man die Muskelbundel fect von Bindegewebe; es läßt sich daher von den Hautmuskeln jener Thiercheu sehr bequem Muskelbundelstoff zur Untersuchung erhalten. Jene Muskelbundel stimmen mit denen anderer Thiere vollkommen überein, aber haben etwas stärkere hervortretende Querstreifen, und besitzen außerdem viel dickere Perimitiobundel, worin man die oben erwähnten Kugelchen deutlich unterscheidet.

tudinal verlaufenden elastischen Fasern und ist durch eine fünfte Hülle bedeckt, die tunica adventitia (Fig. 165, 1).

In der zweiten, dritten, vierten und fünften Haut macht elastisches Gewebe den Hauptbestandtheil aus und ist in der tunica adventitia mit sehr vielen Fäden des leimgebenden Gewebes verwebt, mit einer geringeren Menge in der tunica elastica, während die tunica fibrosa circularis Fasern und Lamellen des elastischen Gewebes, der willkürlich nicht beweglichen Muskeln und vielleicht einige Fäden des leimgebenden Gewebes enthält. Die gestreifte Gefäßhaut besteht bloß aus elastischem Gewebe.

Die Zusammensetzung der Bekleidung der Arterien ist also sehr einfach: sie enthält elastisches Gewebe in Fasern von verschiedener Dicke und Richtung, Fasern des leimgebenden Gewebes und der vom Willen unabhängigen Muskeln, mit Nerven und Haargefäßen verwebt.

Scherer, welcher die mittelste Schicht analysirte, hat ein Gemenge von elastischem und Muskel-Gewebe verbrannt (mit Nerven und Haargefäßen) (Ann. der Pharm., Bd. 40) *).

---

*) Die Aorta des Menschen. Querdurchschnitt der zuerst getrockneten und darauf in Wasser eingeweichten Materie (Fig. 165, 166 und 167). Nach Einwirkung von Essigsäure wird die tunica adventitia (Fig. 165, 1) durchscheinend und hinterläßt wenige und dünne elastische Fasern, die ohne Zweifel der tunica elastica (2) angehören, in welche sie allmälig übergeht, und welche eine größere Anzahl und dickere elastische Fasern (Fig. 168) enthält; die darauf folgende fibrosa circularis (Fig. 165, 3) bleibt viel dunkler und die Fasern weichen darin weit weniger auseinander; sie besteht aus vielen Lamellen, welche in gleichmäßiger Entfernung (Fig. 166, 1 und 167, 1) parallel laufen, und deren jede für sich ein Agglomerat in verschiedenen Richtungen einander durchsetzender, durchscheinender elastischer Fasern (Fig. 169) ist, die weiter nach außen keine Zwischenräume lassen. Zwischen jenen Lamellen kommen die Muskelfasern mit dünnen elastischen Fasern vor (Fig. 166, 2 und 167, 2). Die Längsfaserhaut ist mehr körnig (Fig. 165, 4) von querdurchschnittenen Muskelfasern. Die gestreifte Haut (Fig. 165, 5) besitzt mehrere parallele Streifen; wenn die Plättchen, woraus sie besteht, sich umwenden, so sieht man feine Fasern (vgl. Fig. 170), die nicht in Essigsäure verschwinden. Darauf folgt das Epithelium.

Nach sechsstündiger Einwirkung von Kali und Wasser, werden bis auf die elastischen Fasern die tunica adventitia und tunica elastica aufgelöst; während in der fibrosa circularis das zwischen den elastischen Plättchen vorkommende Gewebe noch seine faserige Beschaffenheit behält; die ge-

Die Venen besitzen keine vom Willen unabhängige Muskelfasern, enthalten aber im Wesentlichen ähnliche Häute

---

gestreifte Haut löst sich in durchscheinenden zusammenhängenden Fasern von der übrigen Masse ab.

Bei der Aorta einer Kuh zeigt der Querdurchschnitt ebenfalls nach Einwirkung von Kali und Wasser überall elastische Fasern.

Die Fasern haben in den verschiedenen Umhüllungsschichten verschiedene Breite und Dicke; sie sind am dicksten in der fibrosa circularis. Das Epithelium trennt sich und bleibt in Form von Lamellen in der Flüssigkeit suspendirt.

Die Carotis einer Kuh. Die fibrosa circularis (zwischen den elastischen Lamellen), frisch präparirt, zeigt auf der Oberfläche in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen Fasern von elastischem Gewebe mit ihren Verzweigungen. Zwischen diesen Zweigen liegen undeutliche, platte, breite Fasern, ohne scharfe Begrenzung. Durch Essigsäure wird das Ganze, die elastischen Fasern ausgenommen, durchscheinend, aber bei weitem nicht in dem Grade wie Bindegewebe, sondern mehr wie die vom Willen unabhängigen Muskelbündel. Hier und da sieht man die Grenzlinien jener undeutlichen Fasern, ohne dazwischenliegende elastische Fasern, welche letztere auch mit den vom Willen unabhängigen Muskelfasern jener Bekleidungsschicht nicht unmittelbar in Verbindung zu stehen scheinen. Ueberall schimmern indeß die tiefer liegenden elastischen Fasern hindurch. Die Fasern der vom Willen unabhängigen Muskeln haben sich nach siebenstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali isolirt und bestehen aus durchscheinenden Fäden mit unebenem Rande und sind mit einer Menge in der Substanz vertheilten Körnchen versehen. Sie enthalten demnach zwei Stoffe; auf Zusatz von Wasser löst sich zuerst die durchscheinende Substanz auf; die körnige Verbindung leistet längeren Widerstand, aber wird zuletzt auch von der verdünnten Lauge gelöst. — Die elastischen Fasern bleiben unverändert übrig.

Die gestreifte Haut (Fig. 170), ebenfalls frisch präparirt, zeigt nach der inneren, Epitheliumseite hin sehr viele dicht an einander liegende, fast parallel laufende dünne Fäserchen, die sich unter spitzen Winkeln vereinigen und keine sichtbare Theile einschließen. Jene Fasern laufen in der Richtung der Arterie, worauf die Muskelfasern der fibrosa circularis rechtwinklig stehen. Die Fasern der gestreiften Haut scheinen in einem Häutchen zusammenzuhängen. Durch Essigsäure wird das Ganze mehr durchscheinend; aber die Fasern bleiben unverändert. — Bei der Ausdehnung biegen sich die Ränder stark um. Nach siebenstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge bleibt die Substanz unverändert, durch Zusatz von Wasser ebenfalls; auch die Membran, worin die Fasern liegen. Wahrscheinlich ist sie daher auch elastisches Gewebe.

Die elastische Haut besteht aus elastischen Fasern (vgl. Fig. 168), welche Maschen bilden, deren größte Dimension in der Richtung der Arterien liegt.

Die Längsfaserhaut fehlte hier.

Ein Querdurchschnitt, vier Stunden in concentrirter Kalilauge gelegen und darauf mit wenig Wasser befeuchtet. Man sieht in der elastischen Haut die Durchschnitte der longitudinal verlaufenden elastischen Fasern, welche einige concentrische Lagen um die Arterie bilden und dicht zusammenliegen; wenn eine jener Schichten sich umwendet, so sieht man das Netz der elastischen Fasern mit engen Maschen. Die fibrosa circularis hat ihre Muskelfasern verloren und zeigt lange Fibern (Lamellen) von elastischem Gewebe.

Die gestreifte Haut erscheint als dunkler ziemlich breiter Rand von quer durchschnittenen elastischen Fasern.

wie die Arterien. Sie bestehen aus Schichten aufeinandergehäufter Fäden des elastischen Gewebes (Fig. 176 a, b, c und d, und Fig. 178) und aus Fasern vom leimgebenden Gewebe (Fig. 177). Die Fibern jener beiden Elementarformen wechseln mit einander ab und sind so vertheilt, daß die elastischen Fasern dem Lumen des Gefäßes zugekehrt (Fig. 173, a, 2 u. Fig. 174, a, 2), zwar dünner, aber in größerer Anzahl vorkommen, während sie nach außen hin (Fig. 173, a, 1, 174, a, 1 und 176, a) dicker werden und mehr mit Fasern des Bindegewebes (Fig. 173 und 174, b, 2) gemengt sind *).

Die elastischen Fasern liegen demnach in der Richtung der elastischen Haut; sie gehen nach Außen allmälig in die feinen elastischen Fasern der tunica adventitia über; nach Innen zu hängen sie mit denen der fibrösen Schicht zusammen. In der fibrösen Haut findet man einzelne breitere elastische Blättchen, deren äußerste aus Fasern mit kleinen Maschen bestehen; die inneren sind mehrere zusammenhängende Scheiben, worin nur kleine Oeffnungen übrig bleiben. Zwischen jenen Scheiben liegen große Räume, die mit Zirkelfasern der vom Willen unabhängigen Muskeln und mit dünnen elastischen Fasern erfüllt sind. In der gestreiften Haut laufen die Fasern hauptsächlich longitudinal.

Letztere weicht in Kalilauge leicht los.

Einige Fäden aus der mittelsten Haut der großen Arterie des Schaafes genommen (Fig. 171, a) werden durch Essigsäure (b) zwar durchscheinend, aber nicht mehr als die vom Willen unabhängigen Muskelfasern, und man sieht darin eine Menge regelmäßig vertheilter Kerne mit feinen elastischen Fäserchen.

Die carotis interna eines Schaafes verhält sich in Essigsäure wie die obige Carotis. In der adventitia kommen dünne elastische Fasern vor, mit vielen Fasern der tela conjunctiva; die tunica elastica besteht aus dicht zusammenliegenden Blättchen elastischer Fasern, deren Anzahl sechs oder sieben beträgt, die wenig von einander weichen und also wenige Fasern der tela conjunctiva besitzen. Die Ringfaserhaut besteht aus willkürlich nicht beweglichen Muskelfasern, zwischen denen dünne elastische Fasern und in regelmäßigen Abständen Blättchen von elastischen Fasern gefunden werden. Die gestreifte Haut besteht aus einer Reihe von Scheiben, aus feinen Fasern von elastischem Gewebe zusammengesetzt.

Die arteria intercostalis eines Schaafes zeigt auf dem Querdurchschnitte dieselben Häute wie die größeren Arterien.

Die arteria coeliaca des Menschen verhält sich ebenso; aber die elastischen Fasern sind mehr fadenförmig und weniger platt.

Ein Querdurchschnitt der getrockneten Aorta, mit concentrirter Salpetersäure erwärmt und darauf im Uebermaaß mit Ammoniak versetzt. Ein Theil der Membranen wird dunkelgelb, das Uebrige bleibt ungefärbt. Aber welche von den Umhüllungsschichten gelb werden — welche also Muskelfasern enthalten — ist nicht genau zu bestimmen. Ohne Zweifel befindet sich unter diesen die Zirkelfaserhaut. (Donders und M.)

*) Die vena subclavia einer Kuh. Längendurchschnitt (getrocknet). Im

Das Capillargefäßsystem verdient vorzugsweise unsere Beachtung; es geht darin das arterielle Blut in venöses über und ist daher, da das Blut allen Theilen des Körpers die Nahrungsstoffe zuführt, der Ort, wo eine der wichtigsten Metamorphosen des Körpers Statt hat. Aus dem darin enthaltenen Blute nehmen die benachbarten einfachen Theile des Organismus, was sie zu ihrer Nahrung und Unterhaltung bedürfen.

Man darf übrigens nicht meinen, daß das Capillarsystem selbst dabei eine thätige Rolle spiele, oder daß die Wände der Capillargefäße an und für sich auf den Stoff-

---

Wasser sieht man einzelne Lagen von elastischen Fasern, die mit anderen abwechselnd in der Richtung der Vene verlaufen (vgl. Fig. 173, a); auf dem Querschnitte erblickt man die Schichten gleichfalls und die elastischen Fasern quer durchschnitten (vgl. 174, a und 175). Wenn hierauf Essigsäure eingewirkt hat, so erscheinen die elastischen Fasern in den äußersten Schichten (Fig. 174, a, 1 und 176, a) so breit, als in der elastischen Hülle der Arterien; nach innen zu sind jene Fasern dünner (Fig. 174, a, 2) und bilden mehr und mehr elastische Lamellen (Fig. 176, b, c und d). Die dazwischen liegenden Bündel (Fig. 173, b und 174, b) sind durch die Essigsäure stark angeschwollen und bestehen aus Bindegewebe (Fig. 177), welches die Schichten des elastischen Gewebes von einander trennt. Diese Schichten weichen nach der Innenseite zu viel weniger von einander (Fig. 173, b, 1 und 174, b, 1); hier sind also weniger Bindegewebsfäden zwischen den elastischen Plättchen eingelagert.

Die breiten elastischen Fasern sind hier und da in der inneren Haut so dicht mit einander verwebt, daß sie ihre Faserform ganz verloren haben und mehr einer Scheibe mit kleinen Oeffnungen (Fig. 176, d) gleichen.

Unter den Schichten der elastischen Fasern finden sich Lagen von Bindegewebsfäden. Demzufolge bestehen die Venen aus Faserschichten und Lamellen des elastischen Gewebes — letztere nach der Innenfläche der Vene zu — und aus Lagen von Bindegewebsfasern. Vom Willen unabhängige Muskelfasern wurden nicht beobachtet. Durch Essigsäure schwellen die Fasern zwischen den elastischen Schichten sogleich an und werden durchscheinend. In der gestreiften Haut erscheinen die Fäserchen nach sechszehnstündiger Einwirkung von Aetzkali und Zusatz von Wasser ein wenig geschwollen (Fig. 178). Das Bindegewebe hat sich aufgelöst, die elastischen Fasern und Plättchen sind unverändert.

Eine Klappenmembran aus derselben Vene sieht man nach der Färbung mit Jodtinktur von einem ungefärbten durchsichtigen Saume, dem Epithelium, umgeben.

Eine andere Venenklappe, mit Essigsäure behandelt, wird augenblicklich sehr durchscheinend, und es verschwinden darin die Bindegewebsfäden. Es zeigen sich nur wenige elastische Fasern, die hier sehr dünn sind. In Kali löst sich die Klappenhaut nach Zusatz von Wasser bis auf einzelne Fasern sehr rasch auf. (Donders und M.)

wechsel Einfluß üben; vielmehr scheint es nur dazu zu dienen, um die Ernährungsflüssigkeit nach den verschiedenen Elementarformen, die es durchsetzt, hin- und zurückzuführen; außerhalb des Capillarsystems, nicht in demselben ist der Ort der Thätigkeit, wo die chemischen Umsetzungen erfolgen. Nichtsdestoweniger ist dasselbe für das thierische Leben und für alle Funktionen der Organe von der höchsten Wichtigkeit, weil von diesem dünnen Röhrensysteme die Möglichkeit eines sehr complicirten Stoffwechsels im thierischen Organismus abhängt, der im Pflanzenreiche nie stattfinden kann. Nur vermag es nicht selbst die Stoffe zu erzeugen, welche außerhalb der Capillaren die verschiedenen Elementarformen zusammensetzen.

Das Capillargefäßsystem besteht aus sehr feinen Röhrchen, welche da beginnen, wo die Arterien endigen, und aufhören, wo die Venen ihren Anfang haben. Sie vermitteln also die Communication zwischen den Arterien und Venen, obschon diese Verbindung nur durch äußerst enge Kanäle stattfindet. Wir lernen daraus, daß es nicht das Capillarsystem ist, wodurch die Verwandlung des arteriellen Blutes in venöses geschieht, wenngleich die Veränderung in demselben vor sich geht.

Die Röhrchen erleiden keine Unterbrechung, was unter Anderen daraus hervorgeht, daß die Blutkörperchen in diesen feinen Kanälen zwar verlängert erscheinen, aber doch mit derselben Gestalt durch die Venen zurückkehren, mit der sie die Arterien verlassen haben. Das Haargefäßsystem ist ein feines Netzwerk von Gefäßen, welche sich nicht weiter theilen, keine feineren Zweige mehr abgeben, aber auf vielfache Weise mit einander Gemeinschaft haben.

Ein solches Gefäßsystem findet man in allen Organen, welche nicht zu den S. 543 genannten Epitheliumgeweben gehören. Manche Gewebe, wie die der Sehnen, Bänder und Knorpel oder auch die sekundären Bündel derselben sind nur

von außen gleichsam damit umsponnen und empfangen daher die Nahrungsflüssigkeit aus sehr großer Entfernung. Nach jedem anderen Organe gehen eine oder mehrere Arterien, und eine oder mehrere Venen treten aus demselben wieder heraus. Diese bilden mit einander ein gemeinschaftliches Capillarsystem, auch wenn die Gewebe, woraus das Organ besteht, noch so verschieden sind. Die Zweige der Capillargefäße gelangen dadurch, daß sie in allen Richtungen einander durchkreuzen und in unendlicher Anzahl vorhanden sind, sehr in die Nähe der Elementartheile eines jeden Gewebes, aber haben doch mit den meisten derselben keine unmittelbare Gemeinschaft; sie sind zu weit im Vergleich mit den Primitivfasern oder Primitivkügelchen, wenn man die Fett- und Drüsenzellen ausnimmt, bei denen man eine unmittelbare Verbindung mit Capillargefäßen beobachtet hat. In vielen Organen, wie in den Muskeln, wird ein Primitivfaserbündel von Capillargefäßen umsponnen, während die Drüsenkanälchen auf ähnliche Weise von einem Gefäßnetze umgeben sind (Henle, S. 475).

Das Blut durchströmt nicht jeden Theil des Capillargefäßsystems mit derselben Geschwindigkeit. Einen großen Einfluß auf dieselbe hat die größere oder geringere Vertheilung der Arterien und die größere oder kleinere Anzahl der Stämme, bevor sie in Capillargefäße übergehen. In den Lungen sieht man diesen Uebergang zuweilen plötzlich eintreten, und das Blut würde in Folge davon um so schneller circuliren können, wenn das Lumen der Capillargefäße hier nicht sehr klein wäre. Uebrigens ist jenes Lumen in den einzelnen Organen von sehr verschiedener Größe. Je weiter die Gefäße, um desto rascher wird bei übrigens gleichen Umständen die Strömung des Blutes sein.

Daß die schnellere oder langsamere Bewegung des Blutes im Capillargefäßsysteme einen großen Einfluß auf den Austausch der Stoffe ausüben muß, welche, nachdem sie die Wände der Capillarröhrchen durchdrungen haben, die Ele-

mentartheile des Körpers zusammensetzen, ergiebt sich von selbst. In manchen Organen, wo die Capillargefäße so eng sind, daß sie kaum die Blutkörperchen hindurchlassen, wo also die Strömung des Blutes sehr gehemmt wird, verweilt die Ernährungsflüssigkeit länger, und ihr Einfluß auf die benachbarten Theile der Gewebe, von denen sie nur durch die dünnen Wände der Capillargefäße getrennt ist, wird dadurch um so anhaltender. Ein lebhafterer Austausch der inneren und äußeren Flüssigkeit muß die Folge davon sein. In den Lungen, wo die kleinen Gefäße nach den Messungen von Valentin sehr eng sind, ist — obgleich in einem kurzen Zeitraume viel Blut die in diesem Organe so mannigfachen Verzweigungen des Capillargefäßsystems durchströmt — die Bewegung desselben in den einzelnen Gefäßen doch nur langsam; die Aufnahme des Sauerstoffs und Ausgabe der Kohlensäure durch die Gefäßwände sind also daselbst nicht auf einen sehr kurzen Zeitraum beschränkt.

Der Verlauf und die Anzahl der Capillargefäße ist eben so wenig als ihre Weite in allen Organen gleich. Ihre Wände enthalten keine Spur von Fasern, noch andere besonders charakterisirte Bestandtheile. Man erblickt ein hohles Cylinderchen, dessen Wände ganz strukturlos und in Essigsäure unlöslich sind. Wir haben Grund zu vermuthen, daß Proteinbioxyd, wenn auch nicht der einzige, doch einer der Hauptbestandtheile der Capillargefäße ist; unsere Kenntniß derselben ist übrigens noch sehr beschränkt. Hier und da findet man entweder in der Wand, oder unmittelbar auf der Außenseite derselben kleine Körperchen, welche die Größe der Zellenkerne haben und damit auch insofern übereinkommen, als sie Kernkörperchen besitzen. Man hält sie daher für Zellenkerne. Diese Kerne finden sich bei den größeren Capillargefäßen in Menge auf der Außenfläche derselben, wo man noch andere längliche, quer oder der Länge nach liegende Körperchen von verschiedenen Formen erblickt.

Die Capillargefäße besitzen nach außen hin keine sichtbare Oeffnungen. Die ein- und austretenden Flüssigkeiten müssen vielmehr ihre Wände endosmotisch und exosmotisch durchdringen.

Welche Blutbestandtheile die Capillargefäße ausschwitzen, und welche in dieselben wieder zurückkehren, davon wird in dem Capitel von den Sekretionen die Rede sein. Dieses Ein- und Austreten der Blutbestandtheile im Capillargefäßsysteme bewirkt den Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blute.

Lymph- und Chylusgefäße.

Gleich den Venen entstehen aus einem besondern Capillargefäßsysteme die Lymphgefäße, Gefäße, welche, wie auch die Venen, durch Vereinigung vieler kleinerer Stämme immer größere bilden, und die größtentheils in den Ductus thoracicus zusammenlaufen, welcher sich bei dem Menschen auf der linken Seite in den großen Venenstamm entleert, der das Blut von den obern Extremitäten in die rechte Herzkammer leitet. (Die Lymphgefäße bilden ein System mit den Milchgefäßen, die aus der Speiseröhre entstehen und in den Ductus thoracicus übergehen.)

Ein jedes der beiden Gefäßarten hat ein besonderes Capillargefäßsystem, und während letztere den Chylus, oder die aus den Eingeweiden aufgenommenen Stoffe führen, enthalten erstere eine Flüssigkeit, welche von den Arterien in das Capillargefäßsystem übergeht, und indem sie hier die Wände desselben durchdringt, zum fernern Stoffwechsel dient. Der größte Theil der Flüssigkeit, welche durch die Wände der Capillargefäße ausgetreten ist, wird nämlich nicht von den Venen, sondern hauptsächlich von den Lymphgefäßen aufgenommen und durch sie wieder in Circulation versetzt.

Die Lymph- und Chylusgefäße verhalten sich darin den

Venen gleich, daß sie eine Flüssigkeit dem Herzen zuführen und zwar aus allen Theilen des Körpers, wohin die Arterien Blut geleitet haben. Mit einem eigenen Capillargefäßsysteme versehen, nehmen sie durch die Wände desselben ebenso die sie umgebende — wenn vielleicht auch nicht dieselbe — Flüssigkeit in sich auf wie die Venen, und in dem Darmkanale den Chylus oder die Substanz, welche sie aus den Contentis der Eingeweide ausgezogen haben. Sie besitzen ebenfalls keine Oeffnungen, sondern lassen die Flüssigkeit durch die dünnen Wände der äußersten Haargefäße, der Lymph- oder Chylushaargefäße endosmotisch hindurch. Sie bilden ein Netz von Gefäßen, welche oft sehr dicht bei einander liegen.

Mit einem solchen Netze, welches die Fähigkeit besitzt, Flüssigkeit durch sich hindurchzulassen, ist die Oberfläche der Eingeweide und der Haut bedeckt; aber es kommt auch in anderen Theilen des Körpers überall da vor, wo arterielles Blut circulirt; wenigstens hat man es in den Muskeln, dem formlosen Bindegewebe, den Drüsen und selbst in den Wirbeln gefunden.

In den Darmzotten, kleinen im Innern des Darmkanals frei hängenden Papillen, sieht man die Anfänge jener Gefäße am deutlichsten. Man findet auf der Oberfläche einer solchen Papille Zellenkerne, wie auf den Capillargefäßen der Blutgefäße.

Die Wände der vasa lymphatica und lactifera bestehen aus Bindegewebe, mit elastischen Fasern durchwebt.

Hinsichtlich der Flüssigkeit, welche sie führen, ist zu bemerken, daß, da sie keine directe Gemeinschaft mit den Blutgefäßen haben, sie auch nicht die im Blute befindlichen Theile, also keine Blutkörperchen enthalten. Die Flüssigkeiten, welche sich aus den größeren Gefäßen sammeln lassen, sind verschieden, je nachdem das Lymphgefäß in dem einen oder andern Organe entspringt. Namentlich ist zu unterscheiden: die

Lymphe und der Chylus. Ueber beide wird bei den Flüssigkeiten des thierischen Körpers weiter die Rede sein.

Nervengewebe.

Das Nervengewebe ist unter allen das edelste. Die Materie erfüllt darin die höchsten Funktionen, welche für uns denkbar sind. Durch ein System von Fasern, welches sich aus dem Centralorgane durch den ganzen Organismus vertheilt, werden durch die Sinneswerkzeuge aufgenommene Eindrücke nach dem Gehirne fortgeleitet und gelangen durch dieses zum Bewußtsein, und umgekehrt theilt es von dem Centralorgane aus vielen der Theile des Körpers die Willensäußerung mit. Außerdem werden durch jene Fasern, unabhängig von dem Einflusse des Willens, noch manche andere Erscheinungen hervorgebracht.

Die Nerven sind aus Fasern zusammengesetzt, welche in dem Gehirne entspringen gleich Wurzeln, die sich concentriren und dann einen kleinen Stamm bilden; solcher Stämme vereinigen sich mehrere zu dickeren, welche aus dem Gehirne fortlaufen, und nachdem sie sich abermals in Zweige vertheilt haben, in die Organe eindringen, um hierin durch unendliche Zweigvertheilung endlich die mikroskopischen Theile zu umschlingen und in der Regel durch dasselbe Nervenbündel wieder zum Gehirn zurückzukehren, wo sie gewisse Zellen in der grauen Substanz umwickeln sollen. Sie bestehen also aus geschlossenen Fäden ohne Anfang und Ende, deren feinste Theile die Gehirnzellen und die elementaren Bestandtheile des Körpers umwinden. Nach den Untersuchungen von Hanover und Kölliker hängen auch Nervenfasern mit der globuli nucleati zusammen, und Henle und Kölliker haben in den Pacinischen Körperchen eine Nervenfaser sich endigen sehen.

Die Struktur der Nerven ist zweifacher Art. Wir un-

terscheiden die, welche nach den Muskeln und der Haut gehen, die weißen Nerven, und die, welche nach den Eingeweiden und Blutgefäßen laufen, welche wir graue Nerven nennen.

Die weißen Nerven sind fest, glänzend und auswendig mit einer festen, zum Theil aus Bindegewebe bestehenden Scheide versehen. Durch diese Scheide stehen sie mit den umliegenden Theilen in Verbindung. Inwendig zeigt der Durchschnitt eines Nervs eine Menge kleiner Nerven (Fig. 179, 1), deren jeder in einer Scheide von festem Bindegewebe (4), mit dünnen elastischen Fasern durchmengt, eingeschlossen liegt, und welche unter einander durch loses zelliges Gewebe (2) verbunden sind. Diese kleineren Nerven bestehen wieder aus einer Menge noch kleinerer und dünnerer Nervenbündel, jedes mit einer besondern Scheide umhüllt; dieser dünnere Nervenbündel (Fig. 180) abermals aus kleineren, bis man endlich an ein Bündel (2) kommt, welches zwar zu einem Ganzen vereinigte Nervenfasern, aber keine weiter zerlegbare Bündel mehr enthält. Letztere heißen die Primitivbündel, ihre Fasern Primitivfäden, Primitivfasern oder Primitivröhrchen (Fig. 181 und 182).

Das neurilema, oder die Scheide der Nervenstämme, Nervenzweige und Nervenfasern, giebt beim Kochen mit Wasser Leim, aber wird nicht ganz in Leim verwandelt. Man findet nämlich, außer einem äußerst feinen Capillargefäßnetze, hier und da Fibern des elastischen Gewebes, welche in Essigsäure unauflöslich sind. Das neurilema besteht demnach aus leimgebendem und elastischem Gewebe und aus Capillargefäßen.

In einem Nervenstamme findet man also bis zu den feinsten Nervenbündelchen hin, welche später aus dem Stamme hervorgehen, die einzelnen Bündel mit einer solchen Scheide umgeben, bis man endlich zu den Primitivfasern der Nerven selbst gelangt. Letztere sind Fasern (Fig. 182, a) mit dunklen breiten Rändern, glänzend, weiß und mit einem großen Licht-

brechungsvermögen begabt. Sie laufen entweder der Scheide parallel, oder winklig gebogen, oder liegen auch schlangenförmig gewunden durch einander. Diese Fasern sind äußerst dünn, doch von verschiedenem Durchmesser. Die feinsten findet man in den Gefühlsnerven (Fasern von Bidder und Volkmann), die dickern meistens in denen, welche den Muskeln angehören (Cerebrospinalfasern); in chemischer Beziehung findet übrigens zwischen beiden kein Unterschied Statt. Durch Druck verlieren die Nervenfasern vollständig ihren Inhalt und lassen eine feine Röhre zurück. Woraus letztere besteht, ist unbekannt; aber sie ist nicht leimgebendes Gewebe, wahrscheinlich auch nicht bloß elastisches Gewebe, denn sie wird von Kali nach kurzer Zeit aufgelöst.

Der Inhalt der Nervenfasern, oder die eigentliche Nervensubstanz ist während des Lebens vollkommen homogen, aber nach dem Tode sondern sich die beiden Hauptbestandtheile derselben in eine albuminöse in Wasser vertheilte Substanz und in Fett. Durch Kälte, auch durch Anrühren mit Wasser entsteht diese Trennung in der Art, daß der Inhalt, welcher homogen war, eine Menge Kügelchen bekommt, die zusammenfließen, den mittleren Theil der Faser einnehmen (Fig. 182, b) und ihm Durchsichtigkeit ertheilen, während eine eiweißartige Substanz als dicke Schicht sich an die Innenwand der Scheide anlegt.

Obige Scheidung verdient alle Aufmerksamkeit. Die Hauptbestandtheile der Nervensubstanz sind Fett, Eiweiß und Wasser. Diese sind im Leben gleichförmig gemengt und schieden sich erst nach dem Tode. Essigsäure löst die Proteinsubstanz auf, nicht das Fett; Kali nimmt beide auf, Aether nur das Fett. Die Proteinsubstanz waltet vor; daher macht Essigsäure den Inhalt der Nervenfasern flüssig mit Hinterlassung einer gebogenen dicken Achse (Fig. 184); Kali verändert das Ganze in eine dicke zähe Flüssigkeit und läßt nach Zusatz von Wasser Fett-

kügelchen übrig (Fig. 185); Aether macht es grobkörnig, und die Achse verschwindet (Fig. 186, a).

Die Veränderung, welche die Nervensubstanz kurz nach dem Tode erleidet, ist also kein Gerinnen, sondern eine wahre Scheidung von Stoffen, welche während des Lebens vereinigt waren, eine Scheidung, die man mit dem Aufsteigen des Rahms in der Milch beim ruhigen Stehen derselben vergleichen kann, worin er zuvor mit dem Casein eine emulsionartige Flüssigkeit bildete. Die Vereinigung der Fetttheilchen in der Achse der Primitivfaser und die Absonderung der mit Wasser durchmengten eiweißartigen Substanz an der inneren Wand der Primitivfaserhülle ist von einer auffallenden Erscheinung begleitet; die Veränderung der Nervensubstanz geht nämlich von der Scheide aus, und während so die Ablagerung dieser körnigen Substanz von außen nach innen weiter und weiter fortschreitet, wird der mittlere Theil des Cylinderchens immer durchscheinender. Die Proteinsubstanz, mit Wasser und Fett zu einem emulsionartigen Körper vereinigt, bildet den äußeren körnigen Theil; eine größere Menge Fett mit mehr oder weniger Proteinsubstanz ohne Wasser erfüllt den inneren durchscheinenden Raum. Beide enthalten die Proteinverbindung; letztere wird durch Wasser ebenso undurchsichtig, als die erstere ist.

Die Cylinderachse — ein seltsamer Ausdruck — fehlt bisweilen und scheint nicht die Wichtigkeit zu besitzen, welche man ihr beigelegt hat *).

---

*) Nervus ischiadicus vom Menschen, quer durchschnitten, getrocknet. Rundliche, durchschnittene Bündel (Fig. 179, 1) von sehr verschiedenem Durchmesser, ohngefähr mit der Hälfte Zellgewebe (2) durchwebt, worin mitunter Fettgewebe vorkommt (3). Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 180) sieht man runde Durchschnitte der Nervenfasern unmittelbar aneinander grenzen. Nach Zusatz von Essigsäure löst sich von einem sekundären Bundel das lose Zellgewebe ab und wird ganz durchscheinend; das sekundäre Bundel zeigt dann einen durchscheinenden Saum (Fig. 179, 4 und 180, 1), der dasselbe umgiebt. Nach und nach bei längerer Einwirkung der Essigsäure erblickt man viele der Theile des sekundären Bundels, die Pri-

Die grauen Nerven unterscheiden sich von den weißen erstens durch dünnere Nervenfasern (Fig. 189), welche

---

mitivbundel (Fig. 180, 2) mit durchscheinenden Streifen, verschieden von dem sich ausdehnenden Zellgewebe (3); die Primitivbundel selbst sind frei von Zellgewebe und enthalten eine Gruppe von Primitivnervenfasern, welche dunkel bleiben und unmittelbar aneinander grenzen. Die Primitivbundelchen sind von verschiedener Dicke und enthalten eine Anzahl Primitivfasern, welche vierzig bis hundert und mehr beträgt. Bei noch stärkerer Vergrößerung scheinen die Primitivfasern rundlich und aus einer dicken Wand zusammengesetzt; sie enthalten concentrische Streifen und zeigen im Innern einen rundlichen Ring, und darin, und zwar gerade in der Mitte der Nervenfaser einen kleinen durchscheinenden Punkt (Fig. 181).

Um jedes sekundäre Bundel sieht man, wie um jedes Primitivbundel das neurilema, welches in concentrirter Essigsäure durchscheinend wird und dann aus erweiterten Theilen des Bindegewebes besteht, durchwebt mit Fäden mit elastischem Gewebe, die übrigens nicht ganz durchlaufen. Sie sind ringförmig um das Bundel gelegt.

Wenn man den Querschnitt des Nerven mit concentrirter Salpetersäure befeuchtet, so erblickt man in den Primitivfasern einen scharf umschriebenen Rand nebst einem durchscheinenden zirkelförmigen Theile, welcher die Mitte einnimmt.

Letzter (zehnter) Rückenmarksnerv eines Frosches. Er enthält eine Menge parallel laufender Nervenfasern (Fig. 182, b) mit doppelten Hüllen und unregelmäßig körnigem Inhalte. Eine einzige (1) besitzt einen gleichförmigen Inhalt und ist überall nicht körnig. Durch das Zerreißen sind die Scheiden von manchen Primitivfasern losgewichen, und es kommt daraus die Cylinderachse (2), viel dünner als die Nervenfaser zum Vorschein; sie ist sehr durchscheinend, nicht körnig.

Durch Einwirkung von concentrirtem Kali scheinen nach einer halben Stunde die Scheiden der Primitivfasern aufgelöst, der Inhalt ist feinkörnig geworden (Fig. 183). Die Fasern brechen an vielen Stellen und haben anderwärts Verengungen und Anschwellungen.

Durch einstündige Einwirkung von concentrirter Essigsäure wird das neurilema durchscheinender, übrigens nicht in dem Grade wie das Bindegewebe. Der Inhalt der Nervenfasern wird durchsichtiger und dehnt sich aus; das Ganze ist gleichmäßig angeschwollen; die doppelten Ränder sind verschwunden. Dahingegen wird die Nervenfaser durch verdünnte Essigsäure dunkler und körnig. Concentrirte Essigsäure bewirkt Anschwellung und Gelatinirung der albuminösen Substanz des Inhaltes, wodurch die Scheide sich ausdehnt und also durchsichtiger wird; verdünnte Essigsäure macht den albuminösen Inhalt nicht gelatiniren. In manchen Fasern ist nach Einwirkung von concentrirter Essigsäure der Inhalt S-förmig gebogen, bisweilen auch spiralförmig und nimmt dann nicht mehr die Achse ein (Fig. 184, 1).

Es scheint hierbei die aus Fetten bestehende Cylinderachse die sie umgebenden Theile des Albumens, welche durch Essigsäure stark aufgequollen sind, in verschiedenen Richtungen durchdrungen zu haben.

Nach längerer Einwirkung von concentrirter Kalilauge trennen sich die Scheiden, lösen sich von dem Inhalte ab und lassen denselben als ein körniges Ganzes übrig. Sie sondern sich als Lamellen ab und werden alsdann vom Kali aufgelöst. Nach Zusatz von Wasser vertheilt sich der Inhalt in eine feinkörnige Substanz, welche lange ihren Zusammenhang behält und runde Kugelchen zeigt; die Scheide hat sich inzwischen vollständig gelöst.

von einer in Essigsäure stark anschwellenden Hülse (2) umgeben sind, die übrigens mit den Fasern der weißen Nerven übereinstimmen; ferner durch die größere Menge zelliges Gewebe (1), welches zwischen den Bündeln liegt, und durch die eben hierin vorkommenden Fasern von Remak, bleiche, platte, durchscheinende Fasern, worin besonders nach der Einwirkung von Essigsäure deutlich Kerne wahrzunehmen sind *).

Das Albumen scheint nun vollkommen in der Kalilauge aufgelöst zu werden, während das Fett in dem überschüssigen Alkali unlöslich bleibt. Die runden Kugelchen vereinigen sich zu größeren und bleiben als große Fett- oder Seifekugelchen, oft in der Richtung der zerstörten Nervenfaser (Fig. 185) übrig.

Zehnter Rückenmarksnerv, nicht ganz frisch mit Aether ausgezogen. Die Primitivnervenfasern sind körnig bis zum äußersten Rande, und diese Körnchen verbreiten sich durch die Achse und über die ganze Oberfläche hin, aber sind auf den beiden Außenrändern insbesondere in zwei Reihen gruppirt (Fig. 186, a). Durch concentrirte Essigsäure verschwinden die Körnchen und das Ganze wird gleichmäßig durchscheinend, blaß und geschwollen (Fig. 187, b). Auf dem äußersten Rande kann man die Scheide von einem dünnen Häutchen deutlich unterscheiden, welches weniger durchscheinend ist als das inwendig liegende.

Nach einstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge erhält die Primitivfaser durch Zusatz von Wasser über die ganze Oberfläche hin ein sehr körniges Ansehen, was einer partiellen Auflösung zugeschrieben werden muß. Allmälig verschwindet die Faserform, die Körnchen werden kleiner, und am Ende bleibt Nichts mehr übrig. Dies abweichende Verhalten der mit Aether extrahirten Nervenfasern von den zuvor nicht mit Aether behandelten Fasern gegen Kalilauge unterstützt die obige Vorstellung.

Die sympathischen Nerven von Bidder und Volkmann von einem Frosche (Verbindungszweig des achten Rückenmarksnerven mit dem Sympathikus). Meistens dünne Fasern (Fig. 187, a) ohne doppelte Scheiden. Sie sind nach einstündigem Verweilen in concentrirter Kalilösung durchschimmernd und körnig geworden (b) und zeigen nun eine große Uebereinstimmung mit den Cerebrospinalnerven. (Fasern von Remak fehlen; sie finden sich bei den warmblütigen Thieren in dem Sympathikus.)

Nach einstündiger Einwirkung von concentrirter Essigsäure bekommen auch sie spiral- oder S-förmige durchscheinende Theile der Achse (c), dadurch entstanden, daß die albuminöse Substanz sich gegen die Fette der Achse hin ausgedehnt hat, gerade wie bei den Cerebrospinalnerven. Jene Nervenfäden scheinen also mit den Cerebrospinalnervenfasern von gleicher Beschaffenheit zu sein. (Donders und M.)

*) Nervus splanchnicus major vom Menschen, ein rein sympathischer Zweig (Fig. 188); auf dem Durchschnitte sieht man einige sekundäre Bündel (1), dazwischen sehr viel loses zelliges Gewebe (2). Durch Essigsäure wird das Volumen der ganzen Masse sehr vergrößert; das Bindemittel dehnt sich nämlich aus und schwillt stark an. Die sekundären Bündel haben ein eigenthümliches neurilema (3), welches sich dadurch von der Zwischen-

Wenn die Fasern der weißen Nerven vorwalten, so nähern sie sich im Aeußern und in ihren Funktionen mehr den letzteren, und umgekehrt. Die graue Nervensubstanz kommt in den Zweigen des nervus sympathicus (Fig. 187, 188) in bei weitem überwiegender Anzahl und mit nur wenigen Fasern der weißen Nerven gemengt vor. Die Natur der in jenen Nerven eingewebten Fäden kann — wenn sie wirklich Fäden von leimgebendem und elastischem Gewebe sind — keinen unmittelbaren Einfluß auf die Funktion derselben ausüben.

Die Fasern der grauen Nerven entspringen größtentheils oder ausschließlich aus den Nervenknoten, worin man außer den Nervenfasern eine Menge eiförmiger oder eckiger Körperchen (Fig. 194 und 197) findet, und in deren Mitte ein helles, durchscheinendes rundes Körperchen liegt (2), welches von einem Saume umgeben ist und demnach aus zwei einander einschließenden Bläschen (globuli nucleati) besteht, Körperchen, die in der grauen Hirnsubstanz in Menge vorkommen und wovon sogleich weiter die Rede sein wird. Die erwähnten unregelmäßigen oder eiförmigen Körperchen liegen zwischen den Fasern vertheilt, in Zellen von dem neurilema

---

substanz unterscheidet, daß letztere aus Bindegewebsfäden besteht mit Fasern des elastischen Gewebes, welche hier und da Anschwellungen zeigen, während das neurilema ein netzförmiges dichtes Gewebe von elastischen Fasern ist, die mit Fäden des Bindegewebes durchwebt sind und sich in Essigsäure wenig ausdehnen.

Die sekundären Bundel lassen nach Einwirkung von Essigsäure mehr Zwischenräume übrig (Fig. 189, 1) als die animalischen Nerven. Es müssen also wohl Bindegewebsfäden dazwischen liegen, welche durch die Essigsäure anschwellen. Die Primitivbundel besitzen demnach eine Scheide, welche in Essigsäure durchscheinend wird und sich ausdehnt.

Die Primitivfasern sind äußerst dünn (Fäden von Bidder und Volkmann), mit nur wenigen dickeren Fäden gemengt. Ihre Scheide (2) schwillt in Essigsäure an und wird breit; der Inhalt ist dunkel (3).

Derselbe nervus splanchnicus, feisch der Länge nach auseinander gerissen, bietet schöne Fasern von Bindegewebe und elastischem Gewebe dar, welche letztere auf Zusatz von Essigsäure sich spiralförmig contrahiren. Die Primitivfasern sind dickere oder dunnere Fäden und mit vielen Kernen versehene Fibern von Remak. (Donders und M.)

eingeſchloſſen, wodurch der Nervenknoten eine rauhe Oberfläche bekommt. Die Nervenfaſern, welche in einen ſolchen Knoten einlaufen, vertheilen ſich in Fäden, die die genannten Körperchen in verſchiedenen Richtungen umſpinnen (Fig. 194).

Die Art und Weiſe, wie die Nerven mit den Organen, welche ſie in Thätigkeit verſetzen, verbunden ſind, iſt ſehr mannigfach. Die Muskeln nehmen Nervenzweige auf, die ſich darin vielfältig vertheilen und Fäden ohne Ende bilden, welche quer über ein Muskelbündelchen hinlaufen. Der Anfang und das Ende ſolcher Nervenfäden hängt mit einem Nervenzweige zuſammen. In der Haut vertheilen ſich die Gefühlsnerven in äußerſt feine Fäden und bilden ein rautenförmiges Netzwerk, deren Theile ſich wieder zu einem neuen Nervenſtamme vereinigen. Auch hier giebt es alſo kein Ende der Nervenfaſern. Selbſt in die papillae der empfindlicheren Theile der Haut tritt nur ein gebogenes Nervenfäſerchen, kein Ende eines Nervenfadens ein. Daſſelbe findet in der Schleimhaut Statt.

Den bis jetzt angeſtellten Beobachtungen zufolge ſind die Nerven, wie ſie aus dem Gehirne und dem Rückenmarke entſtehen, einfache Fäden, von Anfang an mit einer Scheide umgeben, worin die Nervenſubſtanz eingeſchloſſen liegt. Die ganze Gehirn- und Rückenmarksmaſſe iſt, ſoviel die weiße Subſtanz betrifft, ein Aggregat einer unzähligen Menge ſolcher Faſern (Fig. 190), die aus Röhren mit einem markartigen Inhalte beſtehen, Röhren von ſehr verſchiedenem Durchmeſſer, deren weiteſte an dem unteren Theile des Rückenmarkes vorkommen. Jene Faſern vereinigen ſich zu Bündeln, welche augenſcheinlich in die angrenzenden Nerven übergehen, theils auch unter einander ſeitwärts verbunden und in vielerlei Richtungen unter ſich verwebt ſind. Die Nervenröhren ſtehen mit denen des Gehirns in unmittelbarer Gemeinſchaft; von anderen, in den Nerven der Eingeweide und Blutgefäße

gefundenen Fasern hat man in der weißen Gehirnmasse noch nichts entdeckt, und die Bestandtheile des weißen Gehirns lassen sich deshalb als diejenigen bezeichnen, woraus die feinsten Nervenfasern, d. h. die genannten Röhren der weißen Nerven bestehen *).

Nach Valentin sind die Theile der Nervenfasern im Gehirn ebenso umgebogen und ohne eigentliches Ende, wie in den Organen, nach denen die Nerven hinlaufen. Die weiße Gehirnsubstanz kann als eine Anhäufung derselben Röhren angesehen werden, aus denen, wie wir sahen, die Enden der Nervenfasern bestehen. Ihr Anfang ist also dem Ende gleich.

Die graue Gehirnsubstanz, von außen betrachtet, zeigt unter dem Mikroskop beim Durchschnitt eine körnige, mit Bläschen versehene (Fig. 191, a) Substanz, worin man kleine undurchsichtige runde Körperchen wahrnimmt. Weiter eindringend findet man eine Struktur, welche der der Nervenknoten um so näher kommt, je mehr man sich der medullären Gehirnsubstanz nähert. Es legen sich nämlich zwischen die genannten Bläschen Nervenfasern gerade wie in den Nervenknoten.

Man nennt die Bläschen globuli nucleati (Fig. 191, 192, a und 193). Es sind große Zellen, mit kleineren Zellen in ihrer Mitte, und in dieser inneren Zelle befindet sich ein Kernkörperchen. Jener Kern kommt durch verdünnte Essigsäure deutlicher zum Vorschein und der ganze globulus

*) Weiße Gehirnsubstanz von einer Kuh, vom äußersten Theile des cornu Ammonis. Körnige Masse mit einigen untermengten, varicösen, dunnen Nervenfasern (Fig. 190, a). Aus den Hemisphären genommen, sieht man in den verschiedenen Richtungen sich kreuzende dunne Nervenfäden (b), woraus dem Anscheine nach die ganze Masse besteht. Alle Fasern sind warzenartig angeschwollen (das Gehirn war drei Tage alt), manche viel dicker als die übrigen, andere feiner als die Gesammtmasse. In der medulla oblongata sind wiederum einzelne Nervenfasern sehr dick (c), mit dicken Wänden versehen und gut erkennbarer Achse. Einige sind ganz besonders dick. (Donders und M.).

erhält eine körnige Beschaffenheit. Der Einwirkung von Kali widerstehen sie lange.

Bei starker Vergrößerung sieht man die körnige Substanz in den globulis nucleatis zu Zellen gruppirt (Fig. 191, b); in der Mitte kommt einer deutliche Zelle mit hellem Inhalte und einem Kerne vor, der in einer Zellenmembran eingeschlossen ist *). In der körnigen Masse ist eine fette Substanz enthalten.

*) Graue Substanz des großen Gehirns einer Kuh. Körnige Masse mit sehr vielen Blutgefäßen durchwebt. Durch Befeuchten mit Wasser kommen Kugelchen (Fig. 191, a) mit einem körnigen Inhalte und granulösem Saume zum Vorschein, darin ein Kern (Zelle) und in dem Kerne ein Kernkörperchen (Kern). Jene globuli nucleati sind indeß in einer Anhäufung feinkörniger Substanz spaesam vertheilt. Dazwischen liegen sehr dunne Nervenfasern. (Ohne Wasser erblickt man sie nicht.)

Essigsäure macht das Ganze, auch die globuli, körniger, aber ertheilt denselben einen hellen breiten Saum. Der Kern sowohl wie der ganze globulus wird durch sie viel deutlicher. Die übrige Masse, die nicht aus globulis besteht, wird durch verdunnte Essigsäure dunkler, und man unterscheidet darin die globuli durch ihre deutlich sichtbaren Kerne, weshalb gewiß nicht die ganze Masse aus globulis besteht.

Von derselben Form findet man die globuli nucleati in der grauen Substanz des cornu Ammonis aus dem Gehirn der Kuh, nachdem die körnige Substanz, welche auch hier vorkommt, mit Wasser abgespult ist. Das Ganze ist mit Haargefaßen und varicos angeschwollenen Nervenfasern durchmengt. Unter der unregelmäßig körnigen Substanz kommen außer den globuli nucleati Kugelchen von granulöser Beschaffenheit (Fig. 192, a) vor, etwas großer als die Kerne der globuli, und andere hell und durchscheinend (b) von der Größe der Kerne, welche gleich Fettkugelchen durchscheinend sind.

Bei sehr starker Vergrößerung (Fig. 191, b) nimmt man in den globulis nucleatis in der Nähe des Kernes eine zellige Gruppirung der körnigen Substanz wahr.

Die graue Substanz des kleinen Gehirns einer Kuh besitzt eine Menge globuli nucleati (Fig. 193), mit Nervenfasern durchwebt. Die globuli haben Zellen mit Kernen, ihr Inhalt ist körnig, und manche sind an der einen Seite birnförmig verlängert. Die Größe jener globuli übertrifft bei Weitem die der globuli der grauen Substanz des großen Hirns.

Graue Hirnsubstanz. Von einem lebenden Frosche wurde ein Theil der oberen äußersten Hirnoberfläche, und darunter eine dunne Scheibe der cortikalen Substanz mit einer Scheere weggenommen. Unter dem Mikroskope bemerkt man sehr undeutlich die globuli nucleati als runde, begrenzte, mit kleinen Körnchen versehene Kugelchen. Durch concentrirte Essigsäure kommen sie viel deutlicher zum Vorschein, sowohl der maekirte Saum, als der kornige Inhalt. Nach einiger Zeit verschwinden sie wieder.

Ein frisches Stuck zeigt im Wasser eine sehr große Menge derselben globuli nucleati, welche unmittelbar aneinander grenzen, so daß die ganze

So unzureichend unsere Kenntniß von der Form der Elementartheile des Gehirns und der Nerven für die Er-

---

Masse der grauen Hirnsubstanz daraus gebildet zu sein scheint. Zwischen derselben liegen sehr viele und kleine Kugelchen, welche Fettkugelchen gleichen und nicht zu den globuli nucleati gehören. Durch Zusatz von Essigsäure kommen die globuli nucleati deutlich hervor und lassen einen dicken, markirten Saum und einen granulösen Inhalt unterscheiden. Die globuli sind hier übrigens von durchscheinenden, in einer bestimmten Richtung verlaufenden Fäden durchwebt. Die globuli nucleati schwellen in concentrirter Essigsäure an, werden blaß und zeigen auf's Deutlichste einen Kern. Die Fettkugelchen bleiben allein übrig, nachdem das Ganze aufgelöst, wenigstens unsichtbar geworden ist.

Die graue Substanz des Rückenmarks besitzt eine Menge gut umschriebener globuli nucleati, mit vielen Nervenfasern durchwebt. In Essigsäure wird Alles durchscheinend und mit Hinterlassung einer Menge kleiner Fettkugelchen gelöst.

Graue Hirnsubstanz in concentrirtem Kali: Die globuli nucleati bleiben unverändert, zu einer Gruppe vereinigt, übrig. Zusatz von Wasser bewirkt anfangs keine Veränderung; allmälig verlieren sie indeß ihre Form und bilden eine gleichmäßige, körnige Substanz, worin eine große Anzahl kleiner Fettkugelchen sichtbar ist, die also nicht verseift werden. Jene Kugelchen sind mit den oben genannten identisch.

Ganglion Gasseri von einer Kuh. Große globuli nucleati (Fig. 194) mit vielen Nervenfasern umsponnen. Ein globulus nucleatus (1) zeigt in verdünnter Essigsäure eine Zelle (2), deren Durchmesser ein Viertel vom Diameter des globulus beträgt und darin einen deutlich sichtbaren Kern (3); nach einiger Zeit ist die Wand jener Zelle verschwunden, der Kern besonders deutlich und der Inhalt des globulus ganz körnig. Ohne Essigsäure ist der Kern zwar auch sichtbar, aber die Bewegung der Zelle schwer zu unterscheiden. Durch concentrirte Essigsäure wird die Einfassung (Fig. 195, 1) des globulus nucleatus breit und scheint aus Fäden zu bestehen (Fasern von Remak), worin viele kleine verlängerte Kerne sichtbar sind. In dem globulus ist der körnige Inhalt (2) deutlich zellig geworden; er besteht aus einer Menge kleiner, mit körnigem Inhalte versehener Zellchen, welche, schwach begrenzt, dicht nebeneinander liegen und den ganzen globulus anfüllen.

Nach Auflösung der umhüllenden Fasern (die Kerne bleiben ungelöst und vertheilen sich) bleibt der globulus ohne bemerkbaren Saum rein zurück. Nach längerer Einwirkung der Essigsäure, in Folge von Druck und Vertheilung der globuli nucleati wird der ganze zellige Inhalt blaß und allmälig so vollständig gelöst, daß nichts mehr wahrzunehmen ist.

Von concentrirter Kalilauge werden die globuli nicht verändert; auch nach Zusatz von Wasser widerstehen sie lange und lassen noch nach langer Zeit ihren zelligen Inhalt als deutliche Zellen gut erkennen. Wo die äußere Bekleidung weggenommen ist, wird der zellige Inhalt von Kali aufgelöst.

Während aus den umspinnenden Nerven eine Menge Fett- oder Seifekugelchen zum Vorschein kommen, sieht man solche in den globuli selbst unter der Einwirkung von Kali nicht.

Bei sehr vielen globuli liegt eine gekräuselte und schlangenförmig gebogene Nervenfaser auf der Oberfläche (Fig. 196); aber nirgends konnten wir einen tieferen Zusammenhang zwischen den globuli nucleati und Nervenfasern entdecken.

klärung und das Verständniß der Funktionen dieser edelsten aller Organe ist, so dürftig ist auch das, was wir über ihre chemische Zusammensetzung wissen.

Die chemische Natur des Gehirns ist abhängig von der Stelle, der man es entnimmt. Die weiße Hirnsubstanz scheint aus den nämlichen Stoffen zu bestehen, welche die Primitivfasern der Nerven bilden, d. h. aus dem eiweißartigen und dem fetten Inhalte der dünnen Scheiden. Die graue Gehirnsubstanz besteht zunächst, und zwar auswendig, aus denselben Fasern, ferner aus den globuli nucleati, welche einen fetten und eiweißartigen Inhalt zu besitzen scheinen; aber außerdem noch aus den Membranen der größeren und eingeschlossenen Zellen und den Kernen derselben. Da die weiche, dem Drucke nachgebende Masse der weißen und grauen Substanz noch mit Blutgefäßen versehen ist, so findet man darin ohne Unterschied auch die Bestandtheile des Blutes.

Analysen von Lassaigne haben folgendes Resultat gegeben:

	Graue Substanz.	Weiße Substanz.
Albumin	7,5	9,9
Farbloses Fett	1,0	13,9

Concentrirte Salpetersäure verändert sie nicht, auch nach einer Stunde nicht, außer daß das Ganze weniger durchscheinend und körniger wird. Die Nervenfasern sind gleichfalls, was ihre Wände betrifft, unverändert geblieben. Nach Uebersättigung mit Ammoniak ist die ganze Masse gelb, die globuli ungelöst und ihr Inhalt grobkörnig. Die Zelle und ihr Kern sind unsichtbar, die Einfassung erweitert und faserig; durch Druck zerbricht sie sich und wird durch Zusatz von Wasser nicht gelöst.

Ein Stück des ganglion Gasseri, getrocknet, und davon ein dünner Schnitt genommen, zeigt, mit Wasser befeuchtet, die Fasern von Krmak und die faserige Bekleidung sehr deutlich (Fig. 197, 1); gleichfalls sieht man die Zelle (2), welche in jedem globulus nucleatus gefunden wird, scharf begrenzt.

In einem frischen Stückchen, welches achtundvierzig Stunden in concentrirtem Kali gelegen hat, erscheint der Inhalt der globuli sehr dunkel; sie selbst sind kleiner, so daß sich nichts darin unterscheiden läßt. Nach Zusatz von Wasser schwellen sie stark an, aber lösen sich langsam; die Wand selbst scheint nicht aufgelöst zu werden. (Donders und M.)

	Graue Substanz.	Weiße Substanz.
Geröthetes Fett	3,7	0,9
Fleischextrakt, Milchsäure, Salze	1,4	1,0
Phosphorsaure Salze	1,2	1,3
Wasser	85,2	73,0

Die Untersuchung von Lassaigne betrifft das Gehirn eines Wahnsinnigen. Vauquelins Analysen von gemengter weißer und grauer Substanz haben ein der vorigen sich näherndes Resultat gegeben. Denis fand *):

	20jähriges Indiv.	78jähriges Indiv.
Albumin	7,3	7,8
Phosphorhaltiges Fett . . .	12,4	13,3
Fleischextrakt und Salze . .	1,4	2,5
Wasser	78,0	76,0
Verlust	0,9	0,4

Fremy fand 7 % Albumin, 5 % Fette und 80 % Wasser (das Fehlende waren Fleischextrakt und Salze).

Aber bei allen jenen Analysen ist weder von den Scheiden der Primitivfasern, noch von den Zellenhäuten der globuli nucleati Rechenschaft gegeben.

Als besondere Bestandtheile des Gehirns, welche nicht auch in anderen Theilen des Körpers vorkommen, haben wir durch die Analyse nur die Fette kennen gelernt. Das Albumin ist darin in einem, man kann sagen coagulirten Zustande enthalten; wenigstens löst es sich nicht im Wasser auf und verbindet sich so innig mit Fett, daß das Gehirn, mit Wasser zerrieben, eine Emulsion bildet, welche der Mandelemulsion gleicht. Daß das Albumin sich nicht im Wasser löst, geht daraus hervor, daß Essigsäure dasselbe liquid macht. Nach Denis wird die Hirnmasse mit dem Alter fester.

Die Fette können mit Aether und Alkohol ausgezogen werden. Der Hauptbestandtheil derselben ist Cholesterin, ein

*) Récherches sur le sang, p. 30.

Fett, welches in großer Menge in der Galle vorkommt und auch im Blute gefunden ist (s. S. 264).

Couerbe hat aus der Gesammtfettmasse einige dem Gehirn eigenthümliche Fette ausgezogen. Eins derselben, welches er Cerebrot nennt, kann durch die von Berzelius berechnete Formel: $C_{180} H_{360} N_8 O_{26} S_2 Ph_3$ ausgedrückt werden. Es soll ein pulverisirbares unschmelzbares Fett sein, in Aether unlöslich, auflöslich in Alkohol und soll sich daraus durch Abkühlung präcipitiren, auch unverseifbar sein.

Cerebrol, von Couerbe Eléencephol genannt, ist ein zweites Gehirnfett; es soll genau die Zusammensetzung der folgenden Substanz besitzen, flüssig, röthlich, auflöslich in Aether, schwerlöslich in Alkohol sein.

Cephalot, schmutzig gelb, weich wie Caoutschuk, schwerlöslich in Alkohol, in 25 Theilen Aether löslich, durch Alkalien verseifbar. Es nähert sich in seiner Zusammensetzung dem Cerebrot. Berzelius berechnet die Formel: $C_{180} H_{360} N_8 O_{30} S_2 Ph_3$.

Stearoconot, gelbbraun, pulverförmig, für sich in Aether unlöslich; nach Couerbe's von Berzelius' berechneter Analyse: $C_{144} H_{288} N_{20} O_{31} S_2 Ph_2$.

Berzelius hat jene Berechnungen nur als möglichen Ausdruck der Analysen von Couerbe gegeben *).

Nach Couerbe enthalten die Fette eine verschiedene Menge Phosphor; mehr bei Wahnsinnigen und Tollen, weniger bei Blödsinnigen.

Auch Vauquelin hat freien Phosphor im Gehirn gefunden, im Albumin aber keine Spur davon entdeckt, wenn es zuvor mit Alkohol ausgezogen war; woraus hervorgeht, daß der Phosphor in den Fetten enthalten ist.

Nach Fremy **) finden sich die von Couerbe beschrie-

*) Dierlyke scheikunde, Ned. Uitgave, bl. 86.

**) Comptes Rendus, Tom. 9, p. 703. Annalen der Pharmacie, 1841, Bd. 40, S. 69.

benen Fette nicht im Gehirn, sondern es sind dies, außer Cholesterin, zwei Natronseifen, wovon die eine fest, die andere flüssig ist. Die fetten Säuren derselben enthalten nach ihm Phosphor, aber keinen Schwefel. Simon hat bestätigt, daß Couerbe's Fette Seifen sind; ihre alkoholischen Auflösungen geben nämlich mit Metallsalzen Niederschläge *). Fremy nennt die beiden fetten Säuren Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure; aus letzterer läßt sich durch Säuren Olein abscheiden. Erstere enthält 0,9 % Phosphorsäure.

Die Bestandtheile der Nervensubstanz sind denen des weißen Gehirns gleich. Vauquelin, der sie untersuchte, giebt an, daß sie mehr Albumin, weniger festes, dagegen mehr tropfbar-flüssiges Fett enthält.

Die Nervenknoten werden durch Kochen mit Wasser sehr hart und sollen insofern in ihrem chemischen Charakter mit der grauen Gehirnsubstanz übereinstimmen, als sie globuli nucleati enthalten.

*) Med. Anal. Chemie, S. 293.

VIII. Aufnahme der Nahrungsſtoffe durch die Pflanzen. — Pflanzennahrung.

Es iſt bekannt, daß die Thiere außer Waſſer und Luft durch beſondere Organe gewiſſe Stoffe von außen in ſich aufnehmen, welche zur Erhaltung ihres Lebens dienen, und daß jene Stoffe bei vielen Thieren mannichfacher Art und überall zuſammengeſetzter Natur ſind. Anders verhält ſich dies mit den Pflanzen. Einfachheit ihrer Nahrungsmittel iſt eine Bedingung ihrer Exiſtenz, Einfachheit ſowohl hinſichtlich der Anzahl von Verbindungen, die ſie aſſimiliren, als auch in der Zuſammenſetzung derſelben. Solche Pflanzennahrungsſtoffe ſind Waſſer, atmoſphäriſche Luft, Kohlenſäure, Ammoniak und die im Waſſer löslichen Beſtandtheile des Bodens, nämlich die Verbindungen der Ulminſäure, Huminſäure, Geinſäure, Quellſäure und Quellſatzſäure mit Kalk, Magneſia, Kali, Natron, Ammoniak, Eiſenoxyd und die Salze jener Baſen mit den unorganiſchen Säuren, deren Beſtandtheile in den Pflanzenaſchen gefunden werden, als kieſelſaures Kali und Natron, und die ſchwefelſauren, ſalzſauren, phosphorſauren Verbindungen der obigen Baſen.

Aus dieſen wenigen Stoffen erzeugt das Pflanzenreich die zahlloſe Menge der Verbindungen, welche wir künſtlich daraus abzuſcheiden verſtehen.

Um von dieſer bewundernswürdigen Natureinrichtung eine

richtige Vorstellung zu gewinnen, haben wir zwei Dinge beson-
ders in Erwägung zu ziehen, nämlich, daß die genannten Ver-
bindungen von der Pflanze aufgenommen werden müssen, und
daß sie nach erfolgter Aufnahme zum Theil in der Pflanze
selbst verarbeitet werden.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe von außen würde in
allen Pflanzen durch dieselben Organe vermittelt werden können,
wenn sie nur alle auf gleiche Weise mit Wurzeln und Blättern
versehen wären. Da dies aber keineswegs der Fall ist, so er-
giebt sich schon hieraus, daß eine wesentliche Verschiedenheit in
der Art und Weise, wie die Pflanzen ihre Nahrung erhalten,
nothwendig stattfinden muß. Auch sind in den ungleichförmig
gebauten Pflanzen die Organe, durch welche die Aufnahme der
Nahrungsstoffe geschieht, von sehr verschiedener Beschaffenheit.

Was zweitens die Verarbeitung jener Verbindungen an-
langt, so müssen natürlich Pflanzen, welche verschieden gebaut
sind, verschiedene Producte erzeugen, und umgekehrt läßt sich
aus der Verschiedenartigkeit der Producte auf Abweichungen in
der Construction zweier Pflanzen ein Schluß machen. Wo
Pflanzenalkalien (Cinchonaarten) vorkommen, lassen sich besondere
Theile voraussetzen, welche die empfangenen Nahrungsstoffe in der
Art verändern, daß daraus solche Verbindungen hervorgehen;
auf gleiche Weise ist der Reichthum an Säuren, wie z. B. bei den
(Rumexarten), an die Existenz eigenthümlicher Organe geknüpft.
Unabsehbar ist das Feld, welches in der Phytotomie und Phyto-
chemie in dieser Richtung noch zu bearbeiten ist; fast Nichts ist
bis jetzt darin geschehen.

Die Verschiedenartigkeit der Stoffe, welche von außen in
die Pflanze gelangen, kann die große Mannichfaltigkeit der Er-
zeugnisse des Pflanzenreiches nicht erklären. Zwar ist bekannt,
daß gewisse Pflanzen einen besonderen Boden verlangen; aber
dieses Bedürfniß erstreckt sich mehr auf die unorganischen Be-
standtheile desselben als auf seine organische Beschaffenheit; und
wo letztere von Einfluß ist, möchte sich schwer eine Beziehung

hinsichtlich der Zusammensetzung der organischen Stoffe des Bodens und der darauf erzeugten Pflanzenproducte nachweisen lassen. Die stickstoffarmen Flechten gedeihen auf dem unfruchtbarsten Boden, manche selbst auf Glasplatten, während die Salirarten einen feuchten Grund verlangen. Bei keiner jener Pflanzen ist der geringste Zusammenhang zwischen ihren Bestandtheilen und den organischen Stoffen des Bodens, woran sie befestigt sind, aufzufinden.

Ein Blick auf die Vegetation in der freien Natur reicht hin, um jene Wahrheit überzeugend darzuthun. In einem botanischen Garten, wo die verschiedensten Gewächse dicht neben einander stehen, wird der Boden nicht für jede Pflanzenspecies noch für jede Gattung besonders präparirt, und in der freien Natur sehen wir Antiaris toxicaria, eine der giftigsten aller Pflanzen, den Baum, der das japanische Upasgift erzeugt, von Caffeebäumen umgeben, die eben so üppig gedeihen, als der gefährliche Upasbaum, der sie weit überragt (Blume in Rumphia). Daß es manche Ausnahmen giebt, daß die Cicuta, welche in Schottland eßbar ist, im feuchten Boden giftig wird, ist den Botanikern nicht unbekannt.

Wenn also, wie die Erfahrung lehrt, die verschiedenen Pflanzen bei sonst gleicher unorganischer und organischer Nahrung die allerverschiedenartigsten Stoffe hervorbringen, so muß der Grund dieser Erscheinung hauptsächlich in der eigenthümlichen Organisation ihrer Theile liegen.

Untersuchen wir nun, auf welche Weise die Pflanzen von außen Stoffe aufnehmen, welche Kräfte dabei wirksam sind, und welche Organe die Aufnahme derselben vermitteln.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, daß die Pflanze sowohl gasförmige, als tropfbar flüssige Verbindungen assimilirt; aber nicht alle Gase, welche in sie eindringen, tragen unmittelbar zu ihrer Ernährung bei. Der Sauerstoff der Luft oxydirt manche Verbindungen; er verwandelt die Gerbsäure in ein Apothema oder in Gallussäure und die ätherischen Oele in

Säuren und Harze; aber dieſe Zerſetzungen gehören nicht in den Kreis der eigentlichen Pflanzenernährung, obſchon ſie auf die Hervorbringung eigenthümlicher Pflanzenſtoffe von weſentlichem Einfluſſe ſind. Weit bedeutungsvoller iſt die Aufſaugung der Kohlenſäure durch die Blätter. Sie tritt als Gas oder bei den Waſſerpflanzen in Waſſer gelöſ't, in jene Organe ein, geht von da in die Pflanzenſäfte über, geräth daſelbſt in den Kreis der hier vor ſich gehenden chemiſchen Actionen und wird, nachdem ſie wahrſcheinlich eine Reihe von Metamorphoſen erlitten hat, zu einem integrirenden Beſtandtheile der Pflanze.

Alle Stoffe, welche die Wurzeln aus dem Boden aufſaugen, befinden ſich in aufgelöſ'tem Zuſtande; die Kohlenſäure, wie die Salze des Bodens, ſowohl die organiſchen, wie die unorganiſchen Salze, müſſen, bevor ſie in die Wurzel eindringen, vollſtändig in Waſſer gelöſ't ſein.

Um jene Vorgänge gehörig zu verſtehen, müſſen wir die Pflanzentheile, welche den Ernährungsproceß vermitteln, ſelbſt ein wenig näher in's Auge faſſen; ich meine die Wurzeln und Blätter. Denn durch dieſe beiden Organe gelangen alle Nahrungsſtoffe in die Pflanze, in liquider Form durch die Wurzeln, als Gaſe durch die Blätter, und ſie bilden daher den geeignetſten Ausgangspunkt für unſere ferneren Betrachtungen über die Ernährung der Pflanzen.

Die Wurzel.

Die Wurzel, oder derjenige Pflanzentheil, welcher ſich im Boden (oder im Waſſer, auch in der Luft) in der Regel nach unten hin ausbreitet, hat bei mancher Pflanze einen eigenthümlichen Charakter, dem zufolge die von außen in ſie eindringenden Stoffe eine Menge Veränderungen erleiden müſſen. Sehr oft beſteht ſie nämlich, wie bei den Knollengewächſen, aus großen Maſſen, deren zahlloſe mit beſonderen Stoffen gefüllte Zellen die aus dem Boden aufgenommenen Subſtanzen durchlaufen müſſen, ehe ſie in den Stengel ſelbſt gelangen.

Die Verarbeitung jener Stoffe ist übrigens nicht immer von einer bestimmten Structur, noch von gewissen Eigenthümlichkeiten der Wurzel abhängig; denn bei sehr vielen Pflanzen sind letztere durch nichts Besonderes charakterisirt, sondern bilden zu einer Spitze auslaufende Verlängerungen des Stengels; ja manche Pflanzen lassen sich sogar umkehren, worauf die Wurzeln, welche nun in der Atmosphäre leben, Zweige bilden und Blätter erhalten, die früheren Zweige aber die Functionen der Wurzel übernehmen.

Eine specifische Einwirkung der Zellenwände oder des Zelleninhaltes der Wurzeln auf die aus dem Boden aufgesogenen Verbindungen läßt sich also nur dann annehmen, wenn sich die Wurzeln durch eine außergewöhnliche Bildungsweise auszeichnen. Der Unterschied zwischen Wurzel und Stengel beruht meistens auf einer Verschiedenheit der Verhältnisse, unter denen sich beide entwickeln; die einen entbehren des Lichtes, bedürfen aber der Feuchtigkeit und kommen mit organischen in Zersetzung begriffenen Stoffen in Berührung; die anderen dagegen erheben sich in die Atmosphäre und sind, soweit ihre Oberfläche reicht, der Luft, dem Lichte und der Wärme zugänglich.

Die Wurzeln, welcher Art sie sein mögen, gehen in der Regel in Fibrillen oder feine Fasern über. Häufig zertheilen sie sich immer mehr und mehr und endigen zuletzt in Wurzelfasern; oft sieht man auch die zarteren Wurzeln mit solchen Fasern, wie mit Haaren, bedeckt. Letztere wechseln, sie fallen ab und erneuern sich in den jungen Wurzeltheilen, oder denjenigen Organen, welche als die eigentliche Werkstätte der Wurzelthätigkeit anzusehen sind. Man hat ihre Enden irriger Weise mit einem Schwamme verglichen; sie sind, wie ihre Seitenflächen und die ganzen Wurzelfasern, von einer Epidermis bedeckt, worin die feinen Oeffnungen, welche man in den Blättern findet, gänzlich fehlen. Diese Epidermis zeigt zuweilen die eigenthümliche Erscheinung, daß sich die äußersten Zellen nach außen hin verlängern und dadurch der Flüssigkeit, welche sie

aufzunehmen bestimmt sind, eine größere Oberfläche darbieten.

Die Fähigkeit der Wurzelfasern, nicht allein durch ihre Spitzen, sondern auch durch die Seitenwände die Stoffe des Bodens aufzusaugen, ist von Ohlert durch Versuche bewiesen *). Er tauchte die Wurzeln von Pisum sativum, Lupinus luteus, Calendula officinalis drei Linien tief in Wasser und fand, daß, soweit sie in Wasser standen, sie unverändert blieben, übrigens aber ganz vertrockneten. Bei vielen anderen Pflanzen, deren Wurzeln ganz von Wasser bedeckt waren außer ihren Enden, welche darüber hervorragten, wuchsen jene kräftig fort, selbst dann, nachdem man die Enden mit einem Lack überzogen hatte und nun die ganzen Wurzeln in Wasser eintauchte.

Was die anderen Theile der Wurzeln betrifft, die Zellen und Zellenwände, Gefäße u. s. w., so sind sie im Wesentlichen — wenn man das Mark ausnimmt, welches in der Regel der Wurzel fehlt — dieselben, welche man in den anderen sich in der Luft ausbreitenden Theilen der Pflanzen antrifft; ihr Bau ist meistens noch einfacher als im Stamme. Die Gefäßbündel enthalten gewöhnlich punktirte Spiralgefäße und langgestreckte dünnwandige Zellen; sie liegen bündelweise beisammen, nicht vereinzelt. Alles, was wir in chemischer Beziehung von dem Stengel wissen, und was wir über die Ursachen des Stoffwechsels im Innern der Pflanze in den Theilen, welche über der Erde leben, annehmen, läßt sich auch auf die Bestandtheile der Wurzel anwenden; sie ist durch nichts Besonderes charakterisirt, und im Allgemeinen kann man feststellen, daß die Elementartheile der Pflanzen oberhalb der Erde denselben Einfluß auf die dem Boden entzogenen Stoffe ausüben wie die Elementartheile der Wurzeln selbst.

Daher finden sich auch die allgemeinen Bestandtheile der Pflanzen in reichlicher Menge schon in der Wurzel vor; ich

*) Linnaea, 1837. p. 609.

brauche kaum an die große Anzahl der amylum-, dextrin- und zuckerhaltigen Wurzeln zu erinnern, noch an das Vorkommen ätherischer Oele und anderer abgeleiteter Verbindungen in denselben. Strotzend von Ernährungsflüssigkeit erlangen sie oft einen hohen Grad von Ausbildung und eine Größe, welche von jenem Ueberflusse gleichfalls die Folge ist.

Mit einem Worte: die wässerige Auflösung der im Boden vorhandenen Stoffe, welche von den Wurzeln eingesogen wird, durchdringt zuerst die Zellenwand der Epidermiszellen, wandert von da von Zelle zu Zelle weiter und erleidet auf diesem Wege eine Reihe chemischer Veränderungen, welche, soweit sie von den in der Pflanze selbst liegenden Ursachen hervorgerufen werden, denjenigen gleich sind, welche im Stengel vor sich gehen.

Ich glaube indessen auf einige bekannte Unterschiede zwischen Wurzel und Stengel aufmerksam machen zu müssen, die vielleicht, obschon dies nicht sehr wahrscheinlich ist, mit gewissen Functionen der Elementarorgane im Zusammenhange stehen, welche hauptsächlich den Stoffwechsel vermitteln; ich meine die Erscheinung, daß die Wurzeln nicht so, wie der Stengel, in die Länge wachsen, insofern irgend zwei Punkte der wachsenden Wurzel nach einiger Zeit noch in der nämlichen Entfernung liegen als zuvor; sie bekommen außer den sogenannten Adventivknospen niemals Knospen, wie der Stengel, und verlängern sich daher auch nicht auf dieselbe Weise.

Derjenige Unterschied endlich, welcher bei manchen Pflanzen zwischen Wurzel und Stengel besteht, wie bei Daucus carota und andern, ferner bei den Knollengewächsen, ist ohne Zweifel Folge des Ausschlusses atmosphärischer Einflüsse und durch die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Wurzeln bedingt.

Aufnahme von Flüssigkeiten durch die Wurzel.

Die Wurzeln nehmen die als Flüssigkeiten in dem Boden vorkommenden Stoffe endosmotisch in sich auf, d. h. die Zellen

der Wurzelfasern sind mit einer Flüssigkeit gefüllt und von einer anderen, der Bodenfeuchtigkeit umgeben; letztere ist weniger gesättigt als jene und dringt daher durch die Wände der Epidermiszellen in die Fibrillen ein, um jene zu verdünnen. Dies geschieht hauptsächlich in den sehr jungen Zellen, welche entweder noch keine, oder nur eine äußerst dünne Oberhaut besitzen, und bei den Wurzeln, die immer durch Apposition wachsen, stets an deren Enden liegen. Aus jenen Zellen tritt die Flüssigkeit aus der nämlichen Ursache in andere Zellen ein und durchzieht so die ganze Pflanze. Gehen wir von den Blättern aus. An ihrer Oberfläche verdampft Wasser; der Inhalt ihrer Zellen wird dadurch concentrirter, auf der andern Seite aber durch die in den benachbarten Zellenreihen befindliche dünnere Flüssigkeit endosmotisch verdünnt. So findet man, weiter nach unten fortschreitend, immer dünnere und dünnere Auflösungen in den Zellenreihen bis zu den Wurzelfasern hin, deren Zellen die am meisten verdünnten Flüssigkeiten enthalten. Letztere müssen aber, wenn ein Aufsteigen der Pflanzensäfte erfolgen soll, immer noch concentrirter sein als die Bodenfeuchtigkeit.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe aus dem Boden durch die Wurzel steht daher mit dem Emporsteigen derselben in der Pflanze in genauem Zusammenhange; beide Processe haben eine gemeinschaftliche Ursache.

Aus obiger Betrachtung ergiebt sich, daß von der Verdunstung der Wachsthum der Pflanze, nämlich das Emporsteigen der Säfte und die Aufnahme derselben aus dem Boden abhängig ist, und zweitens, daß nur sehr verdünnte Auflösungen in die Pflanze eindringen können. Fein vertheilte Substanzen, selbst solche, welche Flüssigkeiten färben, läßt die Zellenwand der Wurzelfasern in der Regel nicht durch sich hindurch. Die Auflösung muß vollkommen sein, wenn irgend ein Stoff aus dem Boden in die Pflanze gelangen soll. Ist diese Bedingung erfüllt, dann wählt die Pflanze nicht, schließt Nichts aus, sondern nimmt nach den Gesetzen der Endosmose Alles auf, was auf

die Wände der Wurzelfaserzellen selbst keinen ihrer Wirksamkeit hemmenden Einfluß ausübt. (Siehe Pflanzengifte.)

Es ist freilich bekannt, daß die Pflanzen aus den Auflösungen gemischter Salze die eine Verbindung in größerer Menge absorbiren als die andere und diese Erfahrung hat vielfach zu dem Glauben Veranlassung gegeben, die Pflanzen wählten aus, sie besäßen die Fähigkeit, nur solche Bestandtheile in sich aufzunehmen, welche ihr Wachsthum beförderten, alle ihrem Organismus schädlichen Stoffe dagegen zurückzuweisen. Dennoch wird Niemand behaupten wollen, die Pflanzen seien mit Instinct begabte Individuen. Wenn in den Eingeweiden des Thieres gewisse Stoffe aufgenommen werden, andere zurückbleiben, so schreiben wir dies mit Recht der Eigenschaft der Membranen zu, für gewisse Flüssigkeiten endosmotisch leichter durchdringbar zu sein als für andere. Das endosmotische Vermögen der Wurzelenden überhaupt ist nicht bei allen Pflanzen gleich, deshalb nehmen sie nicht alle dieselben Stoffe in sich auf; außerdem besitzt jede Wurzelfaser an und für sich ein verschiedenes endosmotisches Vermögen in Bezug auf die Substanzen, welche ihr dargeboten werden, wie dies mit jeder Membran der Fall ist, deren man sich zu Versuchen über Endosmose bedient.

Daß also zwischen den Membranen, welche gewissen Verbindungen leicht oder schwierig den Durchgang gestatten, und eben diesen Verbindungen selbst ein Molekularnexus besteht, ist ebenso wenig zu bezweifeln, als es ungereimt sein würde, anzunehmen, die Wurzeln der Pflanzen oder die Eingeweide der Thiere vermöchten unter den dargebotenen Stoffen zu wählen.

Die Art und Weise, wie die Säfte von der Pflanze aufgesogen werden, ist eigenthümlich und von den Vorgängen im thierischen Organismus, wie es scheint, verschieden, und eben dieser Umstand hat zu jenen irrthümlichen Vorstellungen Veranlassung gegeben. Gifte werden in den Eingeweiden des Thieres nur wenig absorbirt, und in der Regel in so geringem Maaße, je giftiger solche Stoffe sind. Die Pflanzen dagegen

nehmen durchaus fremdartige, selbst giftige Verbindungen oft in beträchtlicher Menge in sich auf. Da diese Erfahrung der Vorstellung von dem Sonderungsvermögen der Pflanze nicht günstig war, so nahm man zu der Erklärung seine Zuflucht, die absorbirenden Organe der Wurzel würden durch die Gifte zerstört und die Flüssigkeiten drängen alsdann durch offene Röhrchen, in Folge von Capillarattraction, in die Pflanze ein.

Vogel *) hat hierüber Versuche angestellt und nachgewiesen, daß die Wurzeln auch im normalen Zustande Gifte aufnehmen, ohne dadurch eine Zerstörung zu erleiden. Er fand, daß Kupferoxydsalze absorbirt und dabei in Oxydulsalze verwandelt wurden. Ferner wurden aufgenommen: Chlormagnesium, schwefelsaure Magnesia, Salpeter, Jodkalium, schwefelsaures Zinkoxyd, salpetersaures Nickel- und Kobaltoxyd, essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Manganoxydul und zweifach chromsaures Kali. Queckſilber- und Silbersalze wurden zu Metall reducirt; Sublimat blieb entweder unverändert oder verwandelte sich in Calomel. — Alle jene Salze tödten die Pflanzen. Diesen Versuchen lassen sich noch viele andere anreihen, welche zu ähnlichen Resultaten geführt haben.

Es läßt sich daraus nichts weiter folgern, als daß unter gewissen Verhältnissen sowohl Gifte, als auch andere Verbindungen, welche gewöhnlich nicht giftig wirken, von der Pflanze aufgesogen werden, ein Schluß, zu dem man schon durch lange bekannte Thatsachen gelangen konnte **).

*) Erdmann's und Marchand's Jonenal. Bd. 25. S. 209.

**) Auch Teinchinetti (Bibl. Univ. Nov. 1843. p. 346) hat uber das Vermögen unverſehrter Wurzelfibrillen, Salze aufzunehmen, Versuche mitgetheilt. Er fand, daß die verdunnten Auflösungen folgender Salze aufgesogen wurden: Cyankalium, Salpeter, Chloenatrium, schwefelsaures Kupferoxyd, essigsaures Bleioxyd, Chlorbarynm, Jodkalinm, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Zinkoxyd, schwefelsaure Magnesia, Alaun, salpeteesaurer Kalk und Salmiak; von Kalkwasser und aeseniger Säure Spuren, und von Jodkalium auch nur wenig. Dagegen wurden Sublimat und salpteesaures Silberoxyd nicht im Geringsten absorbirt. Gemengen zweier Salze, z. B. von Kochsalz und Salpeter, entziehen die Pflanzen beide nicht in demselben Verhältnisse, worin sie gemischt sind. Stärke, Zucker und ein Infusum von Quassia amara wurden nicht absorbirt; ebenso wenig Faserstoffe. Humus-

Der schädliche Einfluß vieler Substanzen auf die Pflanzen, worüber namentlich von Göppert *) Versuche angestellt sind, ist der Art, daß man jene Stoffe gleich denjenigen, welche dem thierischen Organismus nachtheilig sind, mit Recht Gifte nennen kann. Die Wirkungen der Gifte auf Pflanzen und Thiere müssen demnach als gewöhnliche Actionen von Materie auf Materie betrachtet werden, deren Effect von dem Baue des Organismus und der Stoffe, die ihn zusammensetzen, abhängig ist, und daher bei den verschiedenen organischen Wesen sehr verschiedenartig sein muß. Schon bei den einzelnen Individuen derselben Species äußern sich die Wirkungen eines Giftes auf verschiedene Weise; größer sind die Abweichungen bei verschiedenen Species oder Gattungen und am größten in den verschiedenen Naturreichen.

Daß die Pflanzen durch dieselben Stoffe vergiftet werden, welche dem thierischen Organismus schädlich sind, beweis't keineswegs das Vorhandensein eines sogenannten Lebensprinci-

---

saures Kali wurde aufgesogen und in der Wurzel zersetzt; er fand es als solches in der Pflanze nicht wieder.

In Bezug auf das, was Trinchinetti über die Eigenschaft der Pflanzen, von zwei gleich gut auflöslichen Salzen, aus deren gemeinschaftlichen Auflösung verschiedene Mengen aufzunehmen, angiebt — eine Thatsache, welche übrigens schon früher mehemals zur Sprache gekommen ist — muß bemerkt werden, daß die sondernden Theile der Pflanze darauf zwar keinen unmittelbaren, aber wenigstens einen mittelbaren Einfluß üben, und daß man dabei der Pflanze als Individuum die Eigenschaft, auszuwählen, nicht beilegen darf. Ob eine Auflösung leicht oder schwieriger oder gar nicht absorbirt wird, hängt theils von dem Bau der Zellenwand der Wurzelfasern, theils auch von der Bildung gewisser Bestandtheile in der Pflanze ab. Der Same der Cerealien ist bekanntlich reich an phosphorsaurem Kalk; in dem Maaße, als das in den Säften aufgelöst'e phosphorsaure Salz sich an jener Stelle mit dem Eiweiße daraus abscheidet, werden natürlich die Säfte ärmer an diesem Bestandtheile und können demzufolge nach den Gesetzen der Endosmose wieder neue Mengen desselben aus dem Boden aufnehmen. In diese Beziehung steht die Bildung neuer Körper mit der sogenannten Wahlfähigkeit der Pflanzen im Zusammenhange. Könnte man vom schwefelsauren Natron und Salpeter, welche beide endosmotisch durch eine Blase gehen, das eine Salz sogleich, nachdem es ausgetreten ist, aus der Auflösung wegnehmen, so würde es darnach in um so größerem Maaße von der Blase hindurchgelassen werden.

*) Vers. zur Beförderung des Gartenbaues in Preußen. Bd. 6.

Hierhin gehören auch die Versuche von Bouchardat, Comptes Rendus. 1843. p. 112.

pes, welches vorzugsweiſe durch jene Gifte angetaſtet würde, ſondern wir dürfen nur daraus folgern, daß der Zuſtand der Materie, woraus die Pflanze beſteht, durch die giftige Subſtanz verändert wird. Die Vergiftung der Pflanzen durch Bleiſalze möge als Beiſpiel dienen. Ein auflösliches Bleiſalz kann in keine Zelle eindringen, ohne den Eiweißgehalt derſelben zu präcipitiren, und veranlaßt dadurch eine gänzliche Störung in den Functionen der Zelle. Die von der Wurzel aufgeſogenen Flüſſigkeiten werden verhindert, in der Pflanze ferner emporzuſteigen, und damit hat der Stoffwechſel in den meiſten Theilen derſelben ein Ende; mit anderen Worten, die Pflanze erkrankt und ſtirbt, wenn die Urſache der Störung nicht beſeitigt wird.

Mögen andere Stoffe in anderer Weiſe auf die Pflanzentheile wirken, als das Bleiſalz, immer iſt der modificirte oder geſtörte Stoffwechſel Urſache der Vergiftung, nicht aber das Antaſten des ſogenannten Lebensprincipes, welches auch hier wieder zur Erklärung hat dienen müſſen. Selbſt wenn Narcotica die Empfindlichkeit der Mimosa pudica vernichten, ſo hat dadurch letztere Erklärung noch keine Gültigkeit erlangt.

Die Wirkungen giftiger Subſtanzen auf die Pflanzen zeigen ferner, daß bei der Vergiftung des thieriſchen Organismus die Nerven nur ſoweit betheiligt ſind, als ſie die Wirkungen des Giftes fortpflanzen. Eine beſondere Affection der Nerven anzunehmen, iſt nicht ſtatthaft; denn die Pflanzen beſitzen keine ſolche Organe und werden doch vergiftet.

Es iſt weit ſchwieriger, die Wirkungsweiſe der Gifte in der Pflanze zu verfolgen und ihr Maaß zu beſtimmen, als im thieriſchen Organismus. Denn die Pflanzen ſterben nicht ſo bald, und es läßt ſich kaum beſtimmen, wann das Sterben beginnt, noch wann der Tod erfolgt iſt. Eine Vergleichung der giftigen Wirkungen einer Subſtanz auf Pflanzen derſelben Gattung oder deſſelben Geſchlechtes iſt daher kaum ausführbar.

Miquel *) hat abgeſchnittene Pflanzentheile in Auflöſun-

*) Bulletin 1838. p. 137 und 160.

gen von Ammoniak, Blutlaugensalz, Kampher, Aq. laurocerasi, Extr. opii aq., Extr. hyoscyami und ähnliche Pflanzentheile daneben in reines Wasser gestellt und gefunden, daß jene für viele Pflanzen Gifte sind. Opium, Hyoscyamus, Aq. laurocerasi und solche Gifte, welche bei den Thieren, wie es heißt, auf das Nervensystem einwirken, tödten die Pflanzen eben sowohl, wie essigsaures Bleioxyd, welches im thierischen Organismus chemisch wirken soll, d. h. welches mit den Bestandtheilen des Thierkörpers unlösliche Verbindungen eingeht. Eine Pflanze aus dem Geschlechte Hyoscyamus starb leichter in Extr. opii, als in Extr. hyoscyami. Schübler und Zeller fanden, daß selbst narkotische Extracte, durch Einschnitte in die Pflanze gebracht, den Tod verursachten.

Die Vergiftung einer Pflanze offenbart sich in dem verminderten Absorptionsvermögen derselben für Flüssigkeiten, in der fahlen Färbung des Stengels, der Blätter und Zweige, die Entfärbung der grünen und anderen gefärbten Theile, und zuletzt in dem sichern Zeichen des Absterbens und des Todes, d. h. in der allmäligen Auflösung der Harmonie zwischen den verschiedenen Organen, die mit völliger Vernichtung dieser Harmonie, mit dem Stillstande aller normalen Verrichtungen endigt *).

Eine Aussonderung von Salzen, deren die Pflanze nicht bedarf, aus deren Wurzeln, ist nicht durch Versuche erwiesen; — was Princep in dieser Beziehung vom essigsauren Bleioxyde beobachtete, ist bloße Exosmose gewesen **). — Ich würde

*) Ueber die Aufnahme von Metallgiften durch Pflanzen, welche in gewöhnlicher Ackererde wachsen, vergl. Berver in Dissert., qua inquiritur: num publicae sanitati nocere possint venena metallica, quibus conserantur agri, ad occidenda animalia nociva. Gron. 1841. Aus Berver's Versuchen ergiebt sich, daß kleine Mengen von Metallgiften von dem Boden zurückgehalten werden und nicht in die Pflanzen eindringen, die Kupfer- und Eisensalze ausgenommen.

**) Braconnot hat die von Brugmans und später von de Candolle geäußerte und von Macaire Princep unterstützte Ansicht, daß nämlich die Pflanzen durch ihre Wurzeln Stoffe ausscheiden, welche anderen Gewächsen schädlich sein können, experimentell widergelegt (Ann. de Chim. et de Phys. T. 62. p. 83). Es giebt nach ihm keine solche giftige Excretionen, und Princep muß sich hierin geirrt haben.

dieſe Angabe mit Stillſchweigen übergehen, wenn aus den bekannten Erſcheinungen der Endosmoſe nicht zu folgen ſchiene, daß der Eintritt feſter Stoffe *in* die Pflanzenwurzel nicht ſtattfinden kann, ohne daß gleichzeitig Verbindungen austreten. Es iſt kein Beiſpiel von Endosmoſe bekannt, wo nicht am Ende die ſich austauſchenden Flüſſigkeiten eine gleichmäßige Concentration erlangen, wo nicht ein *Wechſel* in zwei einander entgegengeſetzten Richtungen erfolgt. Ich halte es daher auch für wahrſcheinlich, daß die Wurzelfaſern, wenn ſie durch Endosmoſe die Flüſſigkeiten des Bodens in ſich aufnehmen, ihrerſeits Beſtandtheile dagegen *austauſchen*. Auf dieſe Weiſe alſo, nicht aber in Folge eigentlicher Excretion würde die Pflanze den Boden wirklich mit ihren Beſtandtheilen bereichern. Das Niederſteigen der Pflanzenſäfte von den Blättern nach dem Stamme und von hier zu den Wurzeln, eine Thatſache, welche gegenwärtig nicht mehr geleugnet werden kann, hat dieſem Punkte, den endosmotiſchen Wechſel der Pflanzenbeſtandtheile unter ſich, und alſo auch mit denen des Bodens betreffend, ein neues Gewicht verliehen. Uebrigens kann die Ausgabe von Pflanzenbeſtandtheilen durch die Wurzel, wenn eine ſolche beſteht, nur unbedeutend ſein, weil die Flüſſigkeit der äußerſten Fibrillen ſehr wenig feſte Stoffe enthält *).

Unorganiſche Nahrungsſtoffe der Pflanzen.

Zu den für die Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsmitteln gehören außer Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak und den organiſchen Theilen des Bodens auch noch die unorganiſchen Beſtandtheile deſſelben.

Dieſe rühren nicht vom Regenwaſſer her, welches bekanntlich ſo wenige feſte Stoffe, und namentlich ſo wenige von ſol-

*) Ranyen hat (l'Institut 1844. N. 551) beobachtet, daß eine Menge Pflanzen viel mehr Waſſer aufſaugen, wenn man ſie in reines Waſſer bringt, als in verdunnten Auflöſungen anderer Stoffe. Im letzteen Falle hat dee ubrigbleibende nicht aufgeſogene Theil daſſelbe ſpecifiſche Gewicht, wie die ganze Menge vor dem Verſuche beſaß.

chen enthält, die in den Pflanzen vorkommen, sondern stammen von den Gebirgsarten ab, aus denen die pulverförmige Ackererde in Folge der Verwitterung entstanden ist und werden durch das Regenwasser gelöst. Schon in dem gewöhnlichen Flußwasser trifft man sie an; mehr aber noch in solchem Wasser, welches die lockeren Erdschichten durchzieht, dem Brunnen- und Quellwasser. Schon Plinius sagt: Tales sunt aquae, qualis terra, per quam fluunt.

Aus jenem Wasser, welches die verwitterten Felsmassen, also die fruchtbare Erde in allen Richtungen durchzieht, nehmen die Pflanzen durch ihre Wurzeln einen großen Theil ihrer Bestandtheile in sich auf.

Gewöhnlich liegt das Niveau dieser Wassermassen tiefer, als daß es von den Wurzeln der Krautpflanzen erreicht werden kann, an vielen Stellen sehr tief, meistens aber nur einige Fuß unter der Oberfläche. Demzufolge müssen jene Pflanzen hauptsächlich von dem Regenwasser leben, welches die oberen Schichten der Erde befeuchtet.

Erwägen wir nun, daß das Regenwasser, indem es auf die Erde niederfällt und in den Boden eindringt, die oberen Schichten auswäscht und daraus viele der auflöslichen Salze mit sich in die Tiefe führt, so würde es in der That um das Pflanzenreich übel aussehen, und die Pflanzen, deren Wurzeln sich nicht sehr in die Tiefe erstrecken, müßten an den für ihre Ernährung und ihre Existenz überhaupt so unentbehrlichen unorganischen Stoffen Mangel leiden, wenn die Natur nicht auf andere Weise für reichliche Zufuhr derselben Sorge trüge.

In der Ackerkrume finden sich bis zu einer gewissen Tiefe überall Canäle von sogenanntem Brunnen- oder Quellwasser, dem Wasser, welches die den Pflanzen unentbehrlichen Salze und auch die vom Regen ausgewaschenen Salze der oberen Erdschichten aufgelöst enthält. Wenn nun bei trockenem Wetter an der Oberfläche des Bodens Wasser verdunstet, so steigen in Folge der Capillarwirkung die salzreicheren Flüssigkeiten der tie-

fer liegenden Erdschichten nach und nach in die ausgetrockneten oberen Lagen hinauf und lassen hier, während das Wasser auf's Neue verdunstet, concentrirtere Salzlösungen zurück, deren sich die Pflanzenwurzeln bemächtigen.

So erhält die Ackerkrume durch Capillarwirkung alle die löslichen Bestandtheile wieder, welche ihr durch den Regen entzogen werden. Dahin gehören namentlich die Verbindungen der Kalkerde, Magnesia, des Kali's und Natrons mit Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, auch kieselsaures Kali. Außer jenen Salzen enthalten aber die Pflanzen noch andere unorganische Bestandtheile welche sich nicht im Wasser aufgelöst finden. Der Roggen und sehr viele andere Pflanzen sind reich an phosphorsauren Salzen, und müssen dieselben, wenn anders sie gedeihen sollen, in dem Boden ebenfalls vorfinden. In der That finden wir den phosphorsauren Kalk als Bestandtheil fast aller guten Bodenarten, und, wo er fehlt, wirkt die künstliche Zufuhr desselben, wie jede andere Düngung, auf den Ertrag der Ernte um so günstiger ein, je unentbehrlicher die Phosphorsäure für manche Getreidearten ist *).

Außer jenen Salzen enthalten fast alle Pflanzen auch unorganische Basen mit indifferenten Pflanzenstoffen vereinigt; Gummi und Pflanzenschleim kommen stets in Verbindung mit Kalk vor. Ferner sind manche Pflanzen reich an organischen Säuren, welche wiederum der Basen bedürfen, um in der Pflanze fortzubestehen; denn nur selten findet man freie Säuren, wenn man dahin nicht die Hälfte der Oxalsäure oder der Weinsäure rechnen will, welche mit Wasser verbunden in dem Kleesalze (oxalsaures Kali und oxalsaures Wasser) und im Cremor tartari (weinsteinsaures Kali mit weinsteinsaurem Wasser) angetroffen wird. Die Gerbsäure und wenige andere Säuren kommen im freien Zu-

*) Fownes (Ann. de Chim. et de Phys. Mars 1843. p. 377) fand in Gebirgsarten, die unter hohen Temperaturen entstanden sind, im Trachyt, Basalt, Lava, stets Phosphorsäure. Andere haben dieselbe nicht nachzuweisen vermocht. Dieser Gegenstand ist von großer Wichtigkeit, und verdient auf's Neue mit Sorgfalt untersucht zu werden.

stande vor, wahrscheinlich, weil sie keine Basen finden, womit sie sich vereinigen können und also an solchen Stellen erzeugt wurden, wo keine Basen vorhanden waren.

Das Kali des Kleesalzes und des Weinsteins stammt natürlich aus dem Boden her; so auch die anderen unorganischen Basen, welche in den organischen Salzen der Pflanzen enthalten sind.

Diese Basen: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, sind in den einzelnen Theilen einer Pflanze sehr ungleich vertheilt und ihr Vorkommen steht ohne Zweifel mit den Functionen derjenigen Theile in Verbindung, worin sie in größerem oder geringerem Maaße angehäuft sind.

In welcher Form werden jene Basen von der Pflanze assimilirt? als organische Salze, in Verbindung mit Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure, Quellsalzsäure und Quellsäure (siehe S. 173), oder als schwefelsaure, kohlensaure und salzsaure Verbindungen? Ich will versuchen, diese Frage zu beantworten.

In fast allen Pflanzen kommen schwefelhaltige organische Stoffe vor, nämlich Eiweiß und Gluten. Der Schwefel kann nur von zersetzter Schwefelsäure herrühren, und muß daher schwefelsauren Salzen entlehnt sein. Also *können* schwefelsaure Salze zersetzt werden, und indem sie Schwefel geben, müssen andererseits ihre Basen frei werden, welche dann Gelegenheit finden, sich mit den in der Pflanze bereiteten organischen Säuren, z. B. Aconitsäure, Chinasäure zu verbinden. Da nun die schwefelhaltigen Stoffe, Eiweiß, Gluten u. s. w. allgemeine Bestandtheile der Pflanzen sind, so läßt sich schließen, daß jener Proceß, in Folge dessen die schwefelsauren Salze zersetzt und deren Basen in Freiheit gesetzt werden, auch ein allgemeiner sei.

Außerdem kommt in manchen Pflanzenproteinverbindungen freier Phosphor vor, der seine Entstehung einer Zersetzung der Phosphorsäure, also phosphorsaurer Salze, verdankt, wobei die Basen ebenfalls frei werden, um sich mit organischen Säuren zu verbinden.

Die Zerlegung der Chlorüre in den Pflanzen wird durch keinen einzigen Beweisgrund unterſtützt. Doch iſt bemerkenswerth, daß in den See- und Küſtenpflanzen und in manchen Productionen der Seethiere Jod gewiſſermaßen als organiſches Element auftritt. Der Schwamm enthält Jod ebenſo mit Kohle, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff verbunden, wie das Eiweiß den Schwefel.

Ueber die Zerſetzung kohlenſaurer Salze iſt kein Zweifel. Oxalſäure in Berührung mit kohlenſauren Verbindungen treibt die Säure aus und verbindet ſich mit der Baſis. Verſuche haben außerdem dargethan, daß kohlenſaure Salze durch die Pflanze ſelbſt zerlegt werden (Draper). Ueberall, wo alſo freie Säuren ſich bilden, verlieren die vorhandenen kohlenſauren Salze ihre Säure, und umgekehrt, wo ein kohlenſaures Salz durch das Licht zerſetzt wird, ſind die Bedingungen zur Bildung eines organiſchen, Alkali enthaltenden, Salzes gegeben.

Nimmt man hinzu, daß die Pflanzenwurzeln kieſelſaures Kali und Natron aufſaugen, und daß an vielen Stellen Kieſelerde ausgeſchieden, alſo Kali und Natron davon getrennt wird, daß ferner die huminſauren, ulminſauren, geinſauren, quellſauren und quellſalzſauren Verbindungen von Kali, Natron, Magneſia, Kalk und Eiſenoxyd in die Pflanzen eindringen und die organiſchen Beſtandtheile in dem Maaße zerſetzt werden, als ſie in der Pflanze emporſteigen, ſo ergiebt ſich, daß eine Menge von Urſachen zuſammenwirken, um den Pflanzenorganismus mit den unorganiſchen Baſen zu verſehen, welche ſich ſowohl in Verbindung mit Pflanzenſäuren, als mit den indifferenten Stoffen: Gummi, Pflanzenſchleim, Dextrin, Pectoſe, Celluloſe, der inkruſtirenden Subſtanz, der der Cuticula u. ſ. w. vorfinden.

Unter jenen unorganiſchen Baſen, welche mit organiſchen Säuren verbunden in den Pflanzen vorkommen, ſind einige ihrer chemiſchen Natur nach ſo nahe verwandt, daß ſie ſich

bisweilen ganz oder zum Theile vertreten. Dies gilt namentlich vom Kali, Natron und Ammoniak; ferner vom Kalke und der Magnesia; und es ist Thatsache, daß manche Pflanzen — jedoch bei Weitem nicht alle — in verschiedenen Bodenarten, die eine der Basen anstatt der andern aufnehmen.

Diese Vertretung der Basen hat übrigens, wie bekannt ist, ihre Grenzen. Die Küstenpflanzen, welche des Natrons bedürfen, gedeihen nicht in kalireicher, natronfreier Erde; und vermag man immerhin eine Pflanze durch die Cultur dahin zu bringen, daß sie andere Basen assimilirt, als ihr eigenthümlich sind, so behält sie ihren ursprünglichen chemischen Charakter niemals unverändert bei. Der Samen von Havannahtabak in Java gesäet, giebt das erste Mal einen Tabak, welcher dem von Havannah nahe kommt; aber schon der erste in Java geerntete Samen liefert ein von dem ursprünglichen sehr verschiedenes Product, und nach mehreren Ernten ist der Havannahtabak ganz in Javatabak ausgeartet. Die Basen des Bodens zu Havannah und Java können hiervon allein die Ursache sein.

Man hat den Unterschied zwischen Culturgewächsen und wild wachsenden Pflanzen stets daraus erklärt, daß erstere zu reichlich mit Nahrungsstoffen versorgt werden. Die Verschiedenheit der unorganischen Bestandtheile des Bodens ist hierbei gewiß ebenfalls zu berücksichtigen.

Wenn schon manche Basen sich in der Pflanze vertreten können, so ist damit nicht ausgemacht, daß der Charakter solcher Pflanzen unverändert bleibt, daß ihre organischen Bestandtheile dieselben sind. Die Erfahrung beweis't eben das Gegentheil; Pflanzen von verschieden trophologischen oder pharmakologischen Eigenschaften enthalten auch verschiedene Basen *).

Man hat bis jetzt noch nicht streng genug die Basen, welche in den festen Theilen der Pflanze vorkommen, von denjenigen

*) Unger hat die Pflanzen nach den unorganischen Bestandtheilen eingetheilt, welche sie dem Boden entziehen.

unterſchieden, die in den weichen Theilen derſelben enthalten ſind, und doch iſt dieſe Unterſcheidung von Wichtigkeit. »In der Pflanze« iſt ein ſehr allgemeiner Begriff. Schon die feſten Theile der Pflanzen allein ſind ſehr verſchiedenartiger Natur. »In den feſten Theilen der Pflanze« iſt alſo ebenfalls ſehr unwiſſenſchaftlich geſprochen. Wir ſehen daraus, wie viel uns in dieſem Theile der Wiſſenſchaft zu erforſchen noch übrig bleibt.

Es würde ein zufälliges Zuſammentreffen von hundert verſchiedenen Umſtänden ſein, wenn ein ſolches Verhältniß unter den Baſen beſtände, daß die Sauerſtoffmengen derſelben für jede Pflanzengattung, gleichviel auf welchem Boden ſie wüchſe, ſtets dieſelben wären. Letztere iſt Liebig's Anſicht (Agriculturchemie, 5te Aufl., S. 86); aber, wie geſagt, wo der Fall eintritt, kann nur Zufall im Spiele ſein. Daß die Sauerſtoffmenge bei gleichen Pflanzen ungefähr dieſelben ſind, läßt ſich ſchon aus allgemeinen Gründen vermuthen; aber mehr als annäherungsweiſe finden — bekannten Analyſen zur Folge — jene Beziehungen nicht Statt, und ich glaube nicht, daß das Geſetz in der Wiſſenſchaft Eingang finden wird, »daß die Sauerſtoffmenge aller alkaliſchen Baſen zuſammengenommen unter allen Umſtänden unveränderlich iſt — auf welchem Boden die Pflanze auch wachſen, welchen Boden ſie auch erhalten mag.« Auch hat die Erfahrung jenes Geſetz nicht beſtätigt (ſiehe weiter unten).

Abgeſehen davon, daß man bei den bis jetzt in dieſer Beziehung angeſtellten Analyſen die Salze aller Pflanzenorgane, des Zelleninhaltes u. ſ. w. zuſammen beſtimmt und dadurch eben nur eine ſolche Genauigkeit der Reſultate erzielen konnte, als ſie bei Analyſen von Gemengen zu erlangen iſt, die natürlich immer eine gewiſſe Annäherung geben, ſo darf doch auch das Ammoniak dabei nicht außer Acht gelaſſen werden, welches als Baſis ohne Zweifel Kali und Natron vertritt und durch jene wieder in der Pflanzennahrung erſetzt werden kann, deſſen Gegenwart alſo ſowohl auf die Menge der in die Pflanze eintre-

tenden feſten Baſen, als auch auf die in der Pflanze vor ſich gehenden Proceſſe den größtmöglichſten Einfluß ausüben muß.

Die Differenzen in den Analyſen von Berthier *) und de Sauſſure hinſichtlich der Mengen von Baſen, welche ſie in denſelben aber auf verſchiedenem Boden gewachſenen Pflanzenſpecies gefunden haben, ſcheinen nur zum Theil in dem verſchiedenen Ammoniakgehalte nur Erklärung zu finden: eine Baſis, wodurch alle Säuren, deren die Pflanze bedarf, ihr aus dem Boden zugeführt werden können, da ſie mit allen denſelben ſehr leicht auflösliche Salze bildet.

Kurz, gilt der Satz, daß die Sauerſtoffmenge, welche die Baſen der Pflanzen beſitzen, für dieſelbe Pflanzenſpecies eine conſtante Größe iſt, gleichviel auf welchem Boden ſie wächſt, ſo kann wenigſtens durch Verbrennung und die Analyſe der hinterbleibenden Aſche dieſes Geſetz nicht gefunden werden, weil eine der Baſen, das Ammoniak, ſich beim Glühen verflüchtigt, alſo nicht in Rechnung zu bringen iſt.

Man werfe nicht dagegen ein, daß das Ammoniak als Baſis faſt ganz in der Pflanze verſchwinde, daß es gleich dem Kohlenſtoff und Sauerſtoff als organiſcher Nahrungsſtoff diene; dem widerſpricht wenigſtens der Umſtand, daß die Celluloſe, unter welcher Form ſie auch vorkommt, ferner alle abgelagerte Proteinverbindungen, kurz alle feſte Pflanzentheile, auch Kali, Natron, Kalk und Magneſia als Baſen den Pflanzenſäuren entziehen. Wenn daher Ammoniak in organiſche Stoffe übergeht, ſo werden die Säuren frei, welche zuvor damit verbunden waren; gleichwie dies geſchieht, wenn die Baſen ſich mit indifferenteren Stoffen vereinigen.

Ich ſehe hier hundert verſchiedene Urſachen zuſammenwirken, welche eine gewiſſe Annäherung bewirken können; aber jenes Geſetz als ſolches ſcheint mir nicht bewieſen, und gegenwärtig nicht zu beweiſen, ſelbſt dann nicht, wenn man es allein auf die

*) Annales de Chim. et de Physique. Tome 32, p. 248.

Säuren ausdehnt, welche in dem Zelleninhalte vorkommen, wie Weinsteinsäure u. a., weil manche Säuren, die Gerbsäure, Citronensäure u. s. w. in ungebundenem Zustande in den Pflanzen enthalten sind.

In dem Falle, wo die Kohlensäure kohlensaurer Salze unter Zutritt einer größeren Menge Kohlensäure in eine organische Säure übergeht, muß ein Salz, eine Verbindung der organischen Säure mit einer unorganischen Basis im bestimmten chemischen Verhältnisse entstehen. Für diesen Fall würde das von Liebig aufgestellte Gesetz zu folgender Zusammensetzung des Weinsteins führen:

$$C_4\ H_4\ O_5,\ H_2\ O + C_4\ H_4\ O_5,\ K\ O,$$

woran Niemand zweifeln kann.

Wie das Verhältniß der unorganischen Basen zu den indifferenten, Form besitzenden Theilen der Pflanze ist, wissen wir gegenwärtig noch nicht; da jene Theile keine Pflanzensäuren, sondern die Basen in Verbindung mit Cellulose oder der inkrustirenden Substanz enthalten, und in manchen Pflanzen den Hauptbestandtheil ausmachen, so hat die Phytochemie jenen Gegenstand noch zu bearbeiten, wie es in der Zoochemie hinsichtlich der Knochen geschehen ist.

Daß endlich die Pflanzen, wie man früher annahm, die Basen nach ihrem Bedarf in dem Boden aufsuchen, muß als völlig unbegründet angesehen werden. Wenn aber, wie die Erfahrung lehrt, verschiedene Pflanzen, welche unter gleichen Verhältnissen auf demselben Boden dicht neben einander wachsen, bei der Verbrennung verschiedene Mengen Asche zurücklassen, so muß diese Thatsache daraus erklärt werden, daß durch schnellere oder langsamere Verdampfung und andere S. 675 bezeichnete Ursachen die Aufnahme des Wassers aus dem Boden und der darin gelöst'ten und in der Pflanze zurückbleibenden Salze modificirt wird. Daher kommt es denn auch, daß manche Pflanzen einen viel feuchteren Boden und ein an Salzen reicheres Wasser bedürfen, als andere. Tausend Theile Eichenholz hinterlie-

ßen 25 Theile Aſche; gleich viel Lindenholz 50 Theile Aſche (Berthier).

Ueber das Vorkommen der unorganiſchen Baſen in den Pflanzen läßt ſich daher kein allgemeines Geſetz aufſtellen. Wir finden ſie in allen Pflanzen ohne Unterſchied, bloß Mycoderma vini ausgenommen, enthalten alle bis jetzt unterſuchten Pflanzen unorganiſche Beſtandtheile. Wir wiſſen ferner, daß ein Theil derſelben mit Pflanzenſäuren vereinigt iſt, z. B. in der China Kalk mit Chinaſäure, in den Oxalisarten Kali mit Oxalſäure, in den Trauben Kali und Kalk mit Weinſteinſäure.

Aber während ſie in den genannten und anderen ſäurehaltigen Pflanzen hinreichen, um die vorhandenen Säuren zu neutraliſiren, und wenn ſich ihre Quantität dort nach dem Gehalte der Säuren richtet, ſo giebt es doch auch viele Pflanzen, in denen die Säuren fehlen und die nichts deſto weniger eine anſehnliche Menge Baſen enthalten. Wiederum mangeln die Baſen in Pflanzen, welche durch einen Gehalt an freier Säure ausgezeichnet ſind. Man findet die Baſen in jeder Zellenwand, wie jung ſie auch ſein möge, in der Spiralfaſer, wie in den verdickten Holzzellen wieder.

Wir ſchließen daraus, daß ſie für das Pflanzenleben unentbehrlich ſind; die Pflanze kränkelt, wenn man ihr die nöthigen Baſen entzieht und bringt dann, weil ſie krank iſt, diejenigen Stoffe nicht mehr hervor, welche ſie im normalen Zuſtande erzeugt. Aber wir folgern daraus nicht, daß die einzelnen Stoffe, welche im krankhaften Zuſtande nicht mehr producirt werden, unmittelbar ſelbſt der Baſen zu ihrem Beſtehen bedürfen. Das Amylum z. B. enthält faſt gar keine unorganiſche Beſtandtheile; es bildet ſich außer dem directen Einfluſſe derſelben; aber der Zelleninhalt, welches das Dextrin des Pflanzenſaftes in Amylum verwandeln muß, kann ſie nicht entbehren, er verliert ſeine Eigenſchaften, wenn ihm nicht die nöthigen Baſen dargeboten werden. Demzufolge wird kein Amylum erzeugt, obſchon es ſelbſt nicht der Baſen bedarf. — Auf gleiche Weiſe verhält es

ſich mit den Pflanzenſäuren. Ich glaube, wir würden ſehr irren, wollten wir annehmen, daß eine Pflanze, der man die nöthige Menge Kali vorenthält, deshalb kein oxalſaures oder weinſteinſaures Kali hervorbringt, weil die Säuren keine Baſen finden, welche ſie neutraliſiren. Die Pflanze wird vielmehr bei Mangel an Kali krank, ihre Beſtandtheile ſetzen ſich in anderer Weiſe um, als im normalen Zuſtande und in Folge der allgemeinen Krankheit, alſo im indirecten Zuſammenhange mit dem Mangel an Kali hört die Bildung von Oxalſäure und Weinſäure auf. Eine Pflanze, der man alle unorganiſchen Stoffe entzieht, bringt Nichts hervor; und wer behaupten wollte, daß von der Gegenwart der unorganiſcheu Baſen die Bildung der Säuren abhängt, müßte auch zugeben, daß die Vegetation überhaupt, die Production der Pflanzenalkalien, ätheriſchen Oele, Farbſtoffe u. ſ. w. durch ſie bedingt iſt.

Dies iſt der einzige Zuſammenhang, welchen ich zwiſchen dem Gehalte an Säure, der ſich analytiſch aus einer Pflanze ausziehen läßt, und der Menge der Baſen erkennen kann, welche ihr als Nahrung dargeboten werden. Je mehr Baſen — bis zu einer gewiſſen Grenze hin — in die Pflanze eintreten, um ſo kräftiger wird ſie emporwachſen, eine deſto größere Menge der ihr eigenthümlichen Verbindungen, z. B. Säuren, wird ſich bilden und durch Ablagerung dem in der Pflanze überall thätigen Stoffwechſel entziehen. Nur auf dieſe Weiſe läßt ſich die ſonſt räthſelhafte Beobachtung erklären, daß die Bildung der Säuren mit dem Vorkommen der Baſen gleichen Schritt hält; denn wenn die Säure z. B. in der Frucht erzeugt wird, ſo können wir uns doch füglich die Wurzel nicht mit dem Vermögen begabt denken, dafür zu ſorgen, daß die Säure in der Frucht durch Kali hinreichend geſättigt werde.

Es iſt leicht begreiflich, weshalb in naſſen Jahren die Früchte ſauer bleiben; denn in der Frucht findet nicht die gehörige Verdampfung des Waſſers Statt und der Pflanzenſaft kann deshalb nicht in hinreichender Menge zu der Frucht gelangen, um mit

ſeinen aufgelöſten Baſen die Säuren zu neutraliſiren. Reife Früchte müſſen deshalb mehr Aſche hinterlaſſen, als ſaure, und deshalb möchten Berard's Verſuche nicht volles Vertrauen verdienen *).

Die ſauren und unreifen Früchte enthalten endlich eine größere oder geringere Menge freier Säuren, ein Beweis, daß die Säuren gebildet werden, bevor unorganiſche Baſen in hinlänglicher Menge vorhanden ſind. Daraus folgt zugleich, daß die Quantität der erzeugten Säuren mit der Menge der als Nahrungsſtoff zugeführten Baſen nicht gleichen Schritt hält.

Den obigen Betrachtungen zufolge kann ich Liebig's Anſicht (Journ. de Pharm. et de Chim. 1843, Tome IV, p. 87.) über den Einfluß der Baſen auf die Erzeugung von Säuren in den Pflanzen nicht theilen, ſondern glaube, daß jener für die Entwickelung der Pflanzen wichtige Gegenſtand aus einem andern Geſichtspunkte aufgefaßt werden muß.

Ich will hier die Reſultate einiger Pflanzenaſchenanalyſen mittheilen, welche kürzlich unter der Leitung von Freſenius und Will ausgeführt ſind. (Annalen der Chemie und Pharmacie, Juni 1844.)

Sie theilen die Pflanzenaſchen in drei Hauptgruppen ein:

Aſche mit kohlenſauren Erden und Alkalien als Hauptbeſtandtheilen. Eine ſolche geben die Holzarten und an Pflanzenſäuren reiche krautartige Gewächſe und Mooſe.

Aſche mit vorwaltenden phosphorſauren Alkalien und alkaliſchen Erden, wohin die Aſche der Samen gehört.

Aſche, deren Hauptbeſtandtheil Kieſelerde ausmacht, wie man von den Halmen der Gräſer und Equiſetaceen erhält.

---

*) Johnſton (Landbouwkundige ſcheikunde, p. 47) erhielt von Weizenſtroh fünf Wochen vor der Reife 4 Procent Aſche, während das Stroh des reifen auf demſelben Boden gewachſenen Weizens 3 Procent Aſche hinterließ.

Von Berard's Verſuchen wird ſpäter in dem Artikel vom Reifen der Früchte die Rede ſein.

Ist jene Eintheilung auch nicht streng durchzuführen, so gewährt sie doch wenigstens einige sichere Anhaltspunkte.

Sie fanden im ungarischen Tabak 18,9 bis 27,36% Asche; in den Blättern von Viscum album 10,93%; in dem Stengel 3,67%; in Pyrus malus 1,29%; in dem Moose von einem Apfelbaum 3,62%.

Von den zehn Tabaksaschenanalysen will ich drei mittheilen, welche mit Tabak von verschiedenen Standorten angestellt sind.

	I	IV	X
Kali	29,08	18,20	11,21
Natron	2,26	—	—
Kalk	27,67	27,86	47,03
Magnesia	7,22	15,73	12,77
Chlornatrium	0,91	11,41	2,58
Chlorkalium	—	3,92	2,97
Phosphorsaures Eisenoxyd	8,78	6,80	6,30
Schwefelsaurer Kalk	6,43	10,11	5,11
Kieselerde	17,65	5,97	12,03
Sauerstoffgehalt der Basen	16,06	16,98	20,05

In den vorstehenden Analysen offenbart sich die gegenseitige Vertretung der Basen auf's Deutlichste. Aber die Differenzen zwischen den Sauerstoffmengen der Basen in I, IV und X sind so groß, daß man an ein constantes Verhältniß in Bezug auf die Menge der in derselben Pflanzengattung sich findenden Basen nicht denken kann. Jene Abweichungen können durch den größeren Saftreichthum der einen Tabakspflanze vor der andern und auch dadurch veranlaßt sein, daß der Salpetergehalt jener Pflanzen bei der Analyse unberücksichtigt geblieben ist.

	Rother Weizen	Weißer Weizen	Roggen (Körner)	Roggenſtroh	Erbſen	Apfelbaum
Kali	21,87	33,84	32,76	17,19	39,51	19,24
Natron	15,75	—	4,45	—	3,98	0,46
Kalk	1,93	3,09	2,92	9,06	5,91	63,69
Magneſia	9,60	13,54	10,13	2,41	6,43	7,45
Eiſenoxyd	1,36	0,34	0,82	1,36	1,05	—
Phosphorſäure	49,32	49,21	47,29	3,82	34,50	4,15
Chlornatrium	—	—	—	0,57	3,71	0,45
Chlorkalium	—	—	—	0,26	—	—
Schwefelſäure	0,17	—	1,46	0,83	4,91	0,93
Kieſelſäure	—	—	0,17	64,30	—	1,31
Sauerſtoff der an Phosphorſäure gebundenen Baſen	12,35	11,92	11,97		11,18	

Was die vorſtehenden Analyſen anlangt, ſo iſt bemerkenswerth, daß Freſenius und Will, Bichon, Thon und Bouſſingault in den Erbſen von ganz verſchiedenen Standorten die conſtante Menge von 34% Phosphorſäure gefunden haben, wovon freilich ein Theil von dem Phosphorgehalte der Proteinverbindungen herrührt. Der Kaligehalt variirt zwiſchen 34 zu 39,5%, Natron, Kalk und Magneſia im umgekehrten Verhältniſſe. Die Sauerſtoffmenge der Erbſenaſche beträgt 11,18 bis 31,51%. Die gefundene Schwefelſäure iſt zum Theil durch Oxydation aus dem Schwefel der Proteinverbindungen hervorgegangen.

Die folgende Tabelle giebt eine gute Ueberſicht über die unorganiſchen Beſtandtheile mancher zur Nahrung dienenden Pflanzentheile, in Bezug auf welche die ſoeben über die Phosphorſäure und Schwefelſäure gemachte Bemerkung ebenfalls gilt. Dieſe Daten ſind den Mittheilungen von Freſenius und Will entnommen.

	Vicia faba. Bichon.	Phaseolus vulg. Thon.	Gerſte. Bichon.	Hafer. Bouſſing.	Eicheln. Klinſchmidt.
Kali	20,82	21,71	3,91	12,9	64,64
Natron	19,06	21,07	16,79	—	—
Kalk	7,26	5,38	3,36	3,7	4,89
Magneſia	8,87	7,35	10,03	7,7	5,57
Eiſenoxyd	1,03	0,34	1,93	1,3	—

	Vicia faba. Bichon.	Phaseolus vulg. Thon.	Gerſte. Bichon.	Hafer. Bouſſing.	Eicheln. Kleinſchmidt.
Phosphorſäure	37,94	35,33	40,63	14,9	15,62
Chlornatrium	—	3,32	—	—	0,98
Schwefelſäure	1,34	2,28	0,26	1,0	—
Chlor	1,48	—	—	0,5	—
Kieſelſäure	2,46	1,48	21,99	53,3	0,96
Phosphorſaur. Eiſenoxyd	—	—	—	—	2,61
Schwefelſaure Kalk	—	—	—	—	4,73
Sauerſtoff der Baſen	13,36	13,04	11,70	14,95 *)	

Von obigen Beſtimmungen weichen die Analyſen von Johnſton (Agriculturchemie S. 48 und 50.) ſehr bedeutend ab. Die folgenden Pflanzenaſchen enthaltennach ihm in 100 Theilen:

	Weizen	Weizenſtroh	Gerſte	Gerſtenſtroh	Hafer	Haferſtroh	Bohnen	Bohnenſtroh
Kali	19	0,5	12	3,5	6	15	19,3	53
Natron	20,5	0,75	12	1	5	Spuren	38	1,5
Kalk	8	7	4,5	10,5	3	2,75	7,75	20
Magneſia	8	1	8	1,5	2,5	0,5	7,5	6,75
Thonerde?	2	2,75	1	3	0,5	Spuren	1,5	0,5
Eiſenſalze	—	—	Spuren	0,5	1,5	Spuren	—	0,5
Kieſelerde	34	81	50	73,5	76,5	80	6	7
Schwefelſäure	4	1	2,5	2	1,5	1,5	4	1
Phosphorſäure	3,5	5	9	3	3	0,25	13,75	7,25
Chlor	1	1	1	1,5	0,5	Spuren	2	2,5**)

Es iſt ſehr wichtig, zu beachten, daß dieſe unorganiſchen Beſtandtheile nicht gleichmäßig in der Pflanze vertheilt, ſondern an manchen Stellen viel mehr angehäuft ſind, als an anderen Theilen derſelben. Dies deutet auf einen Zuſammenhang zwiſchen den organiſchen und unorganiſchen Beſtandtheilen der Pflanzen, deſſen Ermittelung von dem höchſten Intereſſe iſt. Johnſton (Agriculturchemie S. 43.) giebt in Be-

*) Hertwig hat noch von anderen Pflanzen Aſchenanalyſen mitgetheilt (Ann. der Chemie und Pharmacie, April 1843, S. 87). Auch enthält die citirte Abhandlung von Freſenius und Will noch mehrere Analyſen.

**) Bei Payen (Mém. sur les développemens des végétaux, p. 318.) findet man noch andere Beſtimmungen der unorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen.

zug auf den Aschengehalt verschiedener Pflanzentheile folgendes Verhältniß an:

Asche von 1000 Theilen.

Hafer	35	Haferstroh	60
Bohnen	30		
Erbsen	28	Erbsenstroh	50
Gerste	20	Gerstenstroh	50
Türkischer Weizen	15	Stroh von türkischem Weizen	50
Roggen	10	Roggenstroh	30
Weizen	12	Weizenstroh	50

Die vorstehenden Zahlen beweisen, daß die verschiedenen Pflanzen verschiedene Mengen der unorganischen Stoffe bedürfen, und daß daher jede eine besondere Cultur verlangt; zugleich ergiebt sich daraus, daß man das Productionsvermögen des Bodens durch Zuführung einer überflüssigen Menge unorganischer Stoffe nicht vergrößern kann. Bei dem Roggen und dem Weizen wird man dadurch zwar eine reichlichere Ernte an Stroh erzielen, aber die Anzahl und das Gewicht der Körner wird sich nicht bedeutend vermehren. Johnston bemerkt (p. 45), daß der Aschengehalt im Stroh mit der Entfernung von der Wurzel zunimmt, in der Weise, daß, wenn das unterste Viertel eines Halmes von Weizenstroh 3 bis 4 Theile Asche hinterläßt, das folgende Viertel 5 bis 6 Theile, das nächste 6 bis 7 Theile und das oberste 8 bis 9 Theile Asche giebt. Dagegen enthält Hafer- und Roggenstroh die größte Menge unorganischer Stoffe in den untersten Theilen.

Aehnliche Bestimmungen sind auch kürzlich von A. Vogel d. J. gemacht, (Annalen der Chemie und Pharmacie, Juli 1844, S. 139). Er hat die Asche von Pyrus spectabilis untersucht, und zwar einzeln die vom Stamm, den Blättern und der Frucht. Die Resultate sind folgende:

Stamm.

Kohlensaure Alkalien	4,6
Kohlensaurer Kalk	82,2
Kohlensaure Magnesia	4,9
Phosphorsaurer Kalk und phosphors. Magnesia	8,8
	100,5

Blätter.

Kohlensaure Alkalien mit Spuren von Chlonatrium Schwefelsaures Kali und phosphorsaure Alkalien	6,8
Kohlensaurer Kalk	72,9
Kohlensaure Magnesia	9,76
Phosphorsaurer Kalk und phosphors. Magnesia	10,5
	99,96

Frucht.

Kohlensaure Alkalien	19,0
Phosphorsaure Alkalien	14,1
Kohlensaurer Kalk	37,0
Kohlensaure Magnesia	5,52
Phosphorsaurer Kalk und phosphors. Magnesia	18,6
Kieselerde	3,7
	97,92

Jene Analysen bestätigen, was oben (S. 687) über die Unhaltbarkeit der Vorstellung gesagt ist, daß eine ganze Pflanze überall eine solche Menge Aschenbestandtheile enthalten soll, daß die Sauerstoffmenge derselben eine constante Größe ausmacht. Uebrigens scheint in der Asche des Stammes die geringe Menge Chlornatrium und schwefelsaures Kali, welche in den Blättern gefunden ist, übersehen zu sein. Woher sollten diese Salze anders kommen, wenn sie nicht durch den Stamm zu den Blättern gelangten?

Der bedeutende Gehalt der Früchte an phosphorsauren

Alkalien und der Reichthum derselben an phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Magnesia, durch welchen sie sich vor dem Stamme und den Blättern auszeichnen, steht offenbar im Zusammenhange mit dem Reichthum an Säften, und ist daher nicht von den Formbestandtheilen abzuleiten. Von so großem Werthe obige Analysen immerhin sind, so haben sie doch nur ein geringes wissenschaftliches Interesse. Eine gleich große Menge Pflanzensaft aus dem Stamme oder den Blättern würde natürlich ein mit den Aschenbestandtheilen der Frucht weit mehr übereinstimmendes Resultat gegeben haben, als im obigen Fall, wo Stamm, Blätter und Früchte ihrer Gesammtmasse nach verbrannt sind.

Man muß gestehen, daß die Aschenanalysen der Eiche, welche vor vielen Jahren von de Sauſſure angestellt sind, einen viel höheren wissenschaftlichen Werth haben, als die vorigen.

	In 1000 Theilen der grünen Pflanze enthaltene Asche	In 1000 Theilen der trockenen Pflanze enthaltene Asche	In 1000 Theilen der grünen Pflanze enthaltenes Wasser	100 Theile Asche enthalten: in Wasser lösliche Salze	phosphorsaure Salze	kohlensaure Salze	kieselsaure Salze	Metalloxyde	Verlust
Blätter der Eiche									
10. Mai . . .	13	53	754	47	21	0,12	3	0,64	25,24
d. 27. Sept. . .	24	53	594	17	18,25	0,23	14,5	1,75	25,5
Von Bast befreite Zweige	—	—	—	26	28,5	12,25	0,12	1	32,38
Rinde derselben	—	60	—	7	4,5	63,25	0,25	1,75	22,75
Kernholz	—	2	—	38,3	7,5	32	2	2,25	20,65
Splint	—	4	—	32	24	11	7,5	2	23,5
Rinde vom Stamme	—	60	—	7	3	66	1,5	2	31,5
Bast der Rinde	—	73	—	7	3,75	65	0,5	1	22,75
Eichenholzextract	—	61	—	51	—	—	—	—	—
Erdkrume von Eichenholz . .	—	41	—	24	10,5	10	32	14	8,5
Extract aus dieser Erde	—	111	—	66	66	—	—	—	—

Wie groß die Menge der unorganischen Bestandtheile ist, welche durch die Pflanzen dem Boden entzogen werden, erhellt aus folgenden Angaben von Johnſton (l. c. p. 52). In

vier aufeinander folgenden Ernten, worin die eingesammelten Früchte für den Morgen waren:

Im ersten Jahre Rüben, 25 Tonnen Wurzeln und 7 Tonnen Laub;

im zweiten Jahre Gerste, 38 Scheffel, jeder von 63 Pfund Gewicht, und 1 Tonne Stroh;

im dritten Jahre Klee und Saatgras, von jedem eine Tonne Heu;

im vierten Jahre Weizen, 25 Scheffel von je 60 Pfund und 1¾ Tonnen Stroh;

wurden dem Lande folgende Bestandtheile genommen:

Kali	281	Pfund
Natron	130	»
Kalk	242	»
Magnesia	42	»
Thonerde?	11	»
Kieselerde	318	»
Schwefelsäure	111	»
Phosphorsäure	66	»
Chlor	39	»
Zusammen	1240	Pfund.

Von den vier genannten Pflanzen nimmt eine jede besondere Theile aus dem Boden in sich auf; woraus folgt, daß eine Bodenart, welche durch wiederholte Bepflanzung mit irgend einer Pflanzengattung an gewissen Bestandtheilen erschöpft ist, für die Cultur einer andern Gattung immer noch sehr gut sein kann, und daß, wenn das durch Capillarwirkung aus der Tiefe emporbringende Quellwasser die der Ackerkrume entzogenen unorganischen Stoffe nicht im genügenden Maaße zu ersetzen vermag, man genöthigt ist, jene Theile dem Boden künstlich zuzuführen. Dies ist besonders in Betreff der phosphorsauren Salze erforderlich, welche im gewöhnlichen Wasser nicht vorkommen. Endlich folgt auch daraus, wie vortheilhaft

das Unterpflügen der Wurzeln und anderer Pflanzentheile für eine Bodenart ist, weil außer den organischen Bestandtheilen auch die darin enthaltenen unorganischen Theile auf diese Weise dem Lande bleiben und die spätere Vegetation mit Nahrungsstoffen versorgen.

Aus dem Obigen erklärt sich sehr leicht, weshalb, abgesehen von allen anderen Ursachen, die Topf- und Orangeriegewächse bei uns in den Gewächshäusern nie recht gedeihen; es fehlen ihnen die Salze, welche ihnen im ursprünglichen Zustande aus dem Boden zugeführt werden, und ohne welche sie nicht zur vollkommenen Entwickelung gelangen können. Man entzieht ihnen eins der ersten Lebensbedürfnisse. Aus demselben Grunde ist unser Heideboden so unfruchtbar; er würde in fruchtbares Land umzuschaffen sein, wenn man ihn mit Thon vermischen könnte. Dadurch würde man nämlich verhindern, daß das Regenwasser dem Boden die aufgelöst'en Stoffe und namentlich die unorganischen Bestandtheile so schnell entführt.

Richten wir zum Schluß unser Augenmerk auf die Functionen der unorganischen Bestandtheile in den Pflanzen. Hier fällt uns zunächst die Fähigkeit der Basen in's Auge, sich mit vielen organischen Verbindungen in bestimmten Verhältnissen zu verbinden, sie zu neutralisiren. Gleichwie der Faserstoff und das Eiweiß des Blutes des kohlensauren Natrons zur Auflösung bedürfen, und sich chemisch damit verbinden, wie ferner in der Galle Natron als nie fehlender Bestandtheil vorkommt und in den Knochen der phosphorsaure Kalk in chemischer Verbindung enthalten zu sein scheint, so treten gewiß auch manche Pflanzenstoffe nicht als chemisch reine organische Verbindungen in dem Pflanzenorganismus auf, sondern verdanken vielleicht ihren eigenthümlichen Charakter den unorganischen Körpern, womit sie vereinigt sind. Ich verweise in dieser Beziehung auf das S. 402 ff. Gesagte, und glaube den Basen eine viel allgemeinere Bedeutung zuschreiben zu müssen,

als daß ſie eben nur die freien Pflanzenſäuren neutraliſiren. Gerade durch die unorganiſchen Beſtandtheile ſcheinen mir in den organiſchen Verbindungen die Modificationen und Verſchiedenheiten zu Wege gebracht zu werden, welche wir im Pflanzenreiche, in den verſchiedenen Pflanzen ſowohl, wie auch in den einzelnen Theilen derſelben Pflanze in ſo bewundernswürdigem Maaße erblicken.

Ueber die Functionen der Salze und Baſen insbeſondere läßt ſich bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe in dieſem Theile der Wiſſenſchaft nur wenig ſagen, und ich beſchränke mich daher auf einige Andeutungen hinſichtlich derjenigen Pflanzenſtoffe, welche den Thieren als Nahrungsmittel dienen.

Der Schwefel und Phosphor, welche in Verbindung mit Protein vorkommen und dieſer Subſtanz im thieriſchen Organismus einen ſo verſchiedenartigen Charakter ertheilen (S. 316), finden ſich, wiewohl in anderen Verhältniſſen, auch im Pflanzenreiche. Von ihrer Entſtehungsweiſe läßt ſich durch einige allgemeine Betrachtungen eine Vorſtellung gewinnen. In dem Pflanzenreiche iſt nämlich, wie wir wiſſen, ein Streben nach Desorydation vorherrſchend. Wenn unter dem Einfluſſe gewiſſer Stoffe die Kohlenſäure einen Theil ihres Sauerſtoffes verliert und der Reſt ſich mit den Elementen des Waſſers verbindet — ein Proceß, an deſſen Vorgange in den Pflanzen nicht zu zweifeln iſt, — ſo können, ja es müſſen gleichzeitig unter denſelben Einflüſſen viele andere Verbindungen Sauerſtoff abgeben.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Schwefel und Phosphor von ſchwefelſauren und phosphorſauren Verbindungen herrühren; zur Bildung organiſcher ſchwefel- und phosphorhaltiger Verbindungen iſt daher die Gegenwart der ſchwefelſauren und phosphorſauren Salze in der Ackerkrume eine unerläßliche Bedingung, was die Erfahrung ſchon längſt gelehrt hat.

Ich habe schon einige Male darauf hingedeutet, wie unwahrscheinlich es sei, daß die schwefel- und phosphorhaltigen Pflanzenproteinverbindungen unverändert in den thierischen Organismus übergehen. In den Pflanzen, wo außerdem noch andere schwefelhaltige Verbindungen, wie Senföl u. a., vorkommen, kann ihnen der Schwefel und Phosphor entzogen, in dem thierischen Organismus wieder hinzugefügt werden. Das Taurin mag nur hier als Beispiel dienen, ein Körper, worin nach Analysen von Redtenbacher 26% Schwefel enthalten sind und der ohne Widerspruch erst im thierischen Körper erzeugt wird. Ferner enthalten die Haare, Nägel und Oberhaut eine weit größere Menge Schwefel, als in den Proteinverbindungen vorkommt.

In beiden organischen Reichen scheint also die Zersetzung schwefelsaurer Salze vor sich gehen zu können, und die Bildung der Gehirnfette setzt auch die Zerlegung phosphorsaurer Verbindungen im thierischen Organismus außer Zweifel.

Insofern als alle Nahrungsstoffe der Thiere ursprünglich von dem Pflanzenreiche abstammen, ist die Gegenwart der schwefelsauren und phosphorsauren Salze in der Ackerkrume eine wesentliche Bedingung für das Bestehen der ganzen organischen Schöpfung. Der Thierkörper ist namentlich durch seinen Reichthum an Phosphor ausgezeichnet. Außer in den Knochen finden wir phosphorsauren Kalk in Verbindung mit Fibrin und dem Albumin des Blutserums und in großer Menge in dem Harne und der Milch. Die Pflanzen müssen also jenes Bedürfniß des Thierkörpers befriedigen, in der Nahrung der milchgebenden Kuh muß sich eine entsprechende Menge phosphorsaurer Kalk vorfinden.

Sehr reich an phosphorsauren Verbindungen sind bekanntlich die Cerealien. Der Boden, worauf jene gedeihen sollen, muß daher entweder an und für sich phosphorsaure Salze enthalten oder letztere müssen ihm als Dünger einverleibt und in dem Maaße stets erneuert werden, als der Acker durch

wiederholte Ernten daran ärmer geworden ist. Dies erklärt die Nützlichkeit der Knochendüngung für die Cultur der Erbsen, Bohnen, der Cerealien, Kohlarten, Rüben und anderer Gewächse, welche reich an eiweißartigen Stoffen sind und damit phosphorsauren Kalk, den steten Begleiter derselben, in entsprechender Menge enthalten.

Es unterliegt keinem Zweifel, auf welche Weise unorganische Salze, wie der phosphorsaure Kalk, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden. Ein Salz muß völlig aufgelöst sein, bevor es in die Pflanze eintreten kann, und wir haben bereits im fünften Abschnitte gesehen, daß der Boden freie Säuren, wie Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. enthält, wodurch selbst basisch phosphorsaurer Kalk aufgelöst wird. Auf gleiche Weise gelangt der kohlensaure Kalk, nämlich in Kohlensäure gelöst, in die Wurzelzellen, und so können noch viele andere unauflösliche Bestandtheile des Bodens in vollkommen löslichen Zustand versetzt worden, da dieser nicht von reinem Wasser, sondern von Flüssigkeiten sehr complexer Natur durchdrungen ist.

Unter den Basen, welche die den Menschen und Thieren zur Nahrung dienenden Pflanzen enthalten müssen, darf das Eisenoxyd nicht fehlen; denn es macht einen Bestandtheil des Farbestoffes im Blute aus. Dazu ist freilich nur sehr wenig Eisenoxyd nöthig, und die Pflanzen enthalten davon gewöhnlich auch nur eine geringe Menge, aber immerhin muß es ein Bestandtheil des Bodens sein. Der Gehalt der Pflanzen an Eisenoxyd ist von dem Boden abhängig, welcher sie trägt, und bei Pflanzen derselben Gattung sehr abweichend, je nachdem der Boden mehr oder weniger davon enthält. So läßt sich z. B. sehr gut aus der Asche des Thee's bestimmen, ob er in China oder Java gewachsen ist. Der eisenreiche Boden Java's liefert der Pflanze viel mehr Eisenoxyd als der Kalkboden China's; die Asche des javanischen Thee's ist daher roth, während die des chinesischen Thee's eine blaßrothe Farbe besitzt.

Die Wasserpflanzen zeigen hinsichtlich der unorganischen Stoffe, deren sie zu ihrer Existenz bedürfen, große Uebereinstimmung mit den auf dem Festlande lebenden Gewächsen. Sie sind ebenso abhängig von der Beschaffenheit des Wassers, als jene von der Natur des Bodens; und wie gewisse Landpflanzen nur auf einem solchen Grunde gedeihen, wo sie die ihr eigenthümliche unorganische Nahrung vorfinden, so können z. B. auch unsere Küstengewächse, welche Natron und Jod enthalten, nicht in Gräben und Sümpfen vegetiren, weil sich das Natron nicht ganz durch Kali, das Jod nicht durch Chlor ersetzen läßt. S. 148 machte ich schon darauf aufmerksam, daß aus eben diesen Gründen die Flora unseres Landes sehr viel Aehnlichkeit mit der der Rheingegenden besitzt.

Es ist vielfach die Frage aufgeworfen, ob die Pflanzen die unorganischen Stoffe, welche darin vorkommen, dem Boden entnehmen, der von jenen Stoffen oft nur wenig, zuweilen gar nichts zu enthalten scheint. Diese Frage haben Wiegmann und Polstorff *) durch sorgfältige Versuche beantwortet. Der Samen von Lepidium sativum in einem mit fein geschnittenen Platindraht gefüllten Platintiegel gesäet, mit reinem destillirten Wasser befeuchtet und sorgfältig gegen Staub geschützt, gab Pflänzchen, deren Asche gerade so viel betrug, als der Same enthielt. Bei völligen Abschluß aller Quellen, woraus unorganische Stoffe von außen zufließen konnten, nahm also die Menge derselben nicht zu.

Ein anderes Resultat wurde erhalten, als sie den Samen in Quarzsand säeten, welcher zuvor mit Königswasser ausgezogen war. Der Aschengehalt der übrigens unter den nämlichen Umständen gezogenen Pflänzchen war doppelt so groß. Bei der Untersuchung des Quarzsandes zeigte sich indessen, daß er ungeachtet der Behandlung mit Königswasser von Kali, Kalk, Magnesia, Thonerde und Eisenoxyd noch 3,1% enthielt.

*) Ueber die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Eine in Göttingen im Jahre 1842 gekrönte Preisschrift.

Jener Quarzsand einen Monat lang mit kohlensäurehaltigem Wasser behandelt, gab davon Kieselerde, Kali, Kalk und Magnesia ab. Dieser Versuch beweis't, daß der trockene Sandboden, woraus das Wasser unmittelbar keinen löslichen Bestandtheil aufnimmmt, doch durch den Verwitterungsproceß (S. 139), besonders unter dem Einfluß von Kohlensäurewasser, auflösliche Verbindungen liefert. Die allmälige Zersetzung der sogenannten unauflöslichen Silicate und ihr Einfluß auf die Vegetation ist durch jene Versuche vollkommen erwiesen.

Sie säeten darauf den Samen derselben Pflanzen, welche zu jenen Versuchen gewählt waren: nämlich von Vicia sativa, Hordeum vulgare, Avena sativa, Polygonum fagopyrum, Nicotiana tabacum, Trifolium pratense, in einen künstlich präparirten Boden von folgender Zusammensetzung:

Sand	861,26
Schwefelsaures Kali	0,34
Chlornatrium	0,13
Schwefelsaurer Kalk (wasserfrei)	1,25
Geschlämmte Kreide	10,00
Kohlensaure Magnesia	5,00
Manganoxyd	2,50
Eisenoxyd	10,00
Thonerde (aus Alaun gefällt)	15,00
Phosphorsauren Kalk	15,60
Huminsaures Kali	3,41
» Natron	2,22
» Ammoniak	10,29
» Kalk	3,07
» Magnesia	1,97
» Thonerde	4,64
» Eisenoxyd	3,32
Unlösliches Humin	50,00
	1000,00

Dieselben Pflanzen, welche im Quersande schlecht gediehen und keine Früchte trugen, entwickelten sich auf diesem, mit destillirtem Wasser benetzten und gegen Staub geschützten Gemenge sehr gut, trugen Früchte und gaben im Ganzen vier- bis fünfmal mehr Asche, als der Samen ursprünglich enthielt.

Die Schlußfolgerungen, welche sich aus obigen Versuchen ableiten lassen, erleiden eine Beschränkung, weil in dem Quarzsande außer den in Wasser leicht löslichen unorganischen Stoffen auch alle organische Substanzen fehlten. Jene Versuche beweisen übrigens, daß die unorganischen Verbindungen, wenn sie sich in den Pflanzen in größerer Menge angehäuft finden, als der Samen ursprünglich enthielt, von außen zugeführt werden, und ferner, daß mit dem Wachsthum der Pflanze der Gehalt an unorganischen Bestandtheilen zunimmt.

Ueber die Functionen der unorganischen Nahrungsstoffe der Pflanzen vergleiche man den siebenten Abschnitt S. 365.

Organische Pflanzennahrung.

Wenn man beobachtet, wie ein organisches Wesen sich an ein anderes anschließt, um Nahrung aus jenem zu beziehen, so macht dieses den Totaleindruck, daß eines das andere erhält.

Die parasitischen Thiere, welche auf der Haut von anderen Thieren leben, diejenigen Thiere, welche ihre Eier unter die Haut anderer legen, woselbst die Eier ausgebrütet werden, endlich die Entozoen und viele andere Beispiele, liefert das Thierreich für den materiellen Verband, welcher zwischen einzelnen Individuen stattfindet. Die parasitischen Pflanzen sind noch zahlreicher. Die Baumstämme sind mit Moosen und Flechten gleichsam besäet. Es ist allerdings wahr, daß sehr viele nicht eigentliche Parasiten sind, und sich bloß an ein organisches Wesen anheften, welches ihnen als Unterlage dient; dagegen

haben aber auch viele keinen anderen Nahrungsquell, als dasjenige organiſche Weſen, worauf ſie befeſtigt ſind.

Auf Goldfiſchen entwickeln ſich Conferven und andere Algen *); der Waſſerſalamander und die Fröſche werden oft mit Conferven bedeckt **); in den Lungen von Vögeln entwickeln ſich Conferven und einfache Pilze ***); es finden ſich auf der menſchlichen Haut einfache Pilzentwickelungen †); und ſogar auf den Schleimhäuten findet man ſie nicht ſelten; in Kartoffeln, in Pflanzenzellen hat man Pilze gefunden ††).

Alle dieſe Beiſpiele lehren uns, daß dieſe Pflanzen wirklich organiſche Nahrung aus den Nahrungsſtoffen zu ſich nehmen.

Es bedarf in der Natur eines allgemeinen Nahrungsſtoffes, eines Stoffes, aus welchem die Pflanzen das ſchöpfen können, was ſie nöthig haben, und durch welchen ihnen das wiederum kann mitgetheilt werden, was ſie verloren haben. Dieſer Stoff iſt für die meiſten der gegenwärtig lebenden Pflanzen die Dammerde. Für viele andere dagegen ſind es auch andere Gegenſtände, welche die Nahrungsſtoffe darbieten. Die früher aufgezählten Pflanzen ernähren ſich durch eigenthümliche Stoffe, welche ſie aus den Organen ziehen, auf welchen ſie ſich paraſitiſch erzeugt haben. Die Schimmel, welche auf verſchiedenen organiſchen Stoffen entſtanden, und nach der Art jener Stoffe verſchieden ſind, ſind conſtante, und ihre eigene Beſtändigkeit iſt durch diejenige der Nahrungsſtoffe, wodurch ſie unterhalten werden, bedingt. Auf feuchtem mit gerbſaurem Eiſen und Gummi

---

*) Goodsir in Annals of Nat. Hist. Tom. IX. p. 333. Unger in Linnaea Tom. XVI. p. 120.

**) Hanover in Mullee's Archiv. 1839. S. 338. Stilling daſ. 1841. S. 279. Hanovee daſ. 1842. S. 73.

***) J. Muller, Archiv. 1842. S. 198. Deslongchamps in den Comptes rendus. T. I. 1841. pag. 1110. Auch verſchiedene Beobachtungen in d. Comptes rendus, 1841. pag. 1110. Philoſoph. Mag. 1833, Bd. 7. S. 74.

†) Hanovee in Mullee's Archiv. 1842. S. 281. Schönlein daſ. 1839 S. 82. Gruby daſ. S. 22. Bennet, Transact. of the royal Society of Edinburg. Tom. XV. pag. 2. Annals of Nat. Hist. Tom. VI. pag. 125.

††) Martius, die Kartoffelepidemie 1842. Nägeli in der Linnaea, Tom. XVI. p. 288.

bestrichenen Leder, auf Dinte u. s. w., auf welchen ebenfalls Parasiten vorkommen, erzeugen sich stets dieselben Species.

Das stete Erscheinen einer und derselben Art eines Pilzes auf demselben organischen Gegenstande, lehrt uns nicht allein eine Entwickelung dieser Pflanzen aus den organischen Molecülen der Stoffe, auf welchen sie erscheinen, kennen, sondern auch zugleich eine Ernährung derselben durch diese Stoffe. Feuchtes Leder z. B. verfault, während es sich mit Schimmel bedeckt, nicht; es ist die Gerbsäure im Leder, welche, indem sie sich zersetzt, zur Entstehung des Schimmels Veranlassung giebt. Einmal entstanden, ernähren sich diese Pflanzen dann üppig mit den Elementen des Leders, mit der Gerbsäure und dem Leim, und erschöpfen dieses erst nach Jahren.

Der Merulius destructor ist in dieser Hinsicht höchst merkwürdig. Durch diese Pflanze hat man in England Verluste von Millionen erlitten. Wenn sich dieselbe nämlich einmal auf Holz erzeugt hat, so pflanzt sie sich ungemein schnell fort und dringt mit den Fäden ihres Myceliums tief in das feste Holz ein, erschöpft es und treibt es auseinander. Man hat diese Verwüstung in England trockene Fäulniß (dry rot) genannt und ihre Natur lange verkannt. Die Bemühungen Kyan's haben hierüber das erste Licht verbreitet. Eine Auflösung von Sublimat, worin man das Zimmerholz getränkt hat, und welche nur einige Millimeter tief eindringt, verhütet die Ausbreitung dieser gefährlichen Holzseuche recht gut, und man kann sie dadurch unter den allerungünstigen Umständen verhindern. Stücke von solchem, mit Sublimat zubereitetem Holze, welche zwischen sehr durch dry rot angegriffenen Stücken in Kellern dicht aufeinander gelagert waren, wo gewöhnliches Holz nicht ohne Zerstörung aufbewahrt werden konnte, widerstanden viele Monate hindurch dieser Seuche. Die Oberfläche dieses Holzes war mit einem Stoffe versehen, durch welchen der Ausbreitung der Pflanze und somit dem Uebel gesteuert wurde.

Die Mycelium-Fäden dieſer Pflanze dringen tief in das Holz, und die Pflanze entwickelt und ernährt ſich mit denjenigen Stoffen dieſes Holzes, welche in dem am wenigſten trockenen Zuſtande ſind. Sie bedürfen, ſowie alle Pflanzen, Protein-Verbindungen und ziehen ſolche aus dem im Holze vorhandenen Eiweißſtoffe, aus der Celluloſe und anderen Stoffen, welche mithin ihre organiſche Selbſtſtändigkeit, nachdem ſie ihre Form verloren haben, unmittelbar in einer neuen wieder annehmen. So wird dann, indem die eine Pflanze ſich auflöſ't, unmittelbar eine zweite aus den Beſtandtheilen der erſteren gebildet. Die Celluloſe und das Protein werden *nicht* in Kohlenſäure und Ammoniak verwandelt, ſondern gehen direct in eine neue Organiſation über; die Celluloſe nach vorhergegangener Umſetzung in Dextrin, alſo einen indifferenten halblöslichen Körper, vegetirt in dieſer Geſtalt, welche nothwendig iſt, wenn ihre Molecüle das Holz verlaſſen und mit Eiweiß eine neue Reihe von Zellen, die des Merulius destructor, bilden ſollen *).

Die Wirkung des Sublimats, welchen man gegen dieſe trockene Fäulniß anwendet, lehrt hier auf das Deutlichſte, daß man hierbei nicht einer eigentlichen Fäulniß oder Vermoderung zuvorkommt, ſondern daß man nur die Verbreitung einer Pflanze auf der Oberfläche des Holzes verhindert; es iſt die neue Pflanze, welche das Holz verzehrt, nicht das verfaulende Holz, was die Pflanze entſtehen und vegetiren läßt. Es iſt dieſes der deutlichſte Beweis, und man hat in dem Entſtehen des Merulius destructor, ſeiner Ausbreitung und Verwüſtung des Holzes ſchon ein Beiſpiel der Ernährung einer Pflanze aus anderen Stoffen als Kohlenſäure und Ammoniak, ja ſogar ein Beiſpiel von directer Entſtehung einer Pflanze aus organiſchen Stoffen, gewiß ein ſchönes Beiſpiel der Umſetzung der Celluloſe und des Proteins von dem einen Individuum in's andere.

Ich lege auf dieſes Beiſpiel ſehr viel Gewicht, und will

*) Durch die Güte *Faraday's* hatte ich eine vorzügliche Gelegenheit, dieſe Pflanze kennen zu lernen.

daher noch einige andere mittheilen, welche in demselben Sinne aufgefaßt werden müssen.

Ueber parasitische Pflanzen hat Unger *) wichtige Bemerkungen mitgetheilt. Der einfachste Fall ist der, wo das Gefäßsystem des Parasiten mit dem der Mutterpflanze anastomosirt; diese Art und Weise der Ernährung eines Parasiten kann auf keine andere Weise erklärt werden, als durch unmittelbare Ernährung desselben durch den schon bereiteten Pflanzensaft. Außerdem beschreibt Unger noch andere Formen, bei welchen dieselbe Art der Ernährung keinem Zweifel unterworfen ist.

Für unseren gegenwärtigen Zweck sind vor Allem diejenigen Parasiten zu beachten, bei welchen ein Theil der Gefäße in die der Mutterpflanze münden (Sarcophyte, Ombrophytum); die, welche einen Wurzelstock bilden, dessen Fasern sich an die Mutterpflanze (Langsdorfia) anheften; die, welche keinen Wurzelstock haben, aber durch einige wenige Wurzeln mit der Mutterpflanze verbunden sind (Lathraea squamaria); die endlich, deren lange Wurzeln sich über oder unter dem Bast der Mutterpflanze ausbreiten, um ebenfalls Nahrung aus derselben zu ziehen (Viscum, Misodendron und die meisten Loranthaceen), also organische, durch die Pflanze bereitete Nahrung und keinenfalls Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Pflanzen verdienen darum sehr die Aufmerksamkeit, weil sie, als Dicotyledonen und ohne Zweifel durch organische Stoffe ernährt, einen Beweis an die Hand geben, daß im Boden befestigte Pflanzen von organischer Nahrung, wenn sie in dem Boden vorhanden ist, aufzunehmen keinenfalls verhindert sind.

Nach Schwabe **) ernährt sich der Boletus destructor auf ähnliche Weise wie der Merulius vastator, nämlich dadurch, daß er seine Nahrung aus dem Holze zieht und dieses somit vernichtet. Er meint, daß Merulius vastator Feuchtigkeit aus

*) Wiener Archiv für Naturgeschichte.
**) Linnaea 1840. pag. 194.

der Luft anzieht und daß dieſes dadurch verfault. Dieſe Meinung von Schwabe iſt deshalb unzuläſſig, weil das Holz ohne Schwämme durch Befeuchten von Waſſer nicht ſo ſchnell zerſtört wird, als durch dieſe; keinenfalls kann deshalb das Anziehen von Feuchtigkeit die Urſache der Vernichtung des Holzes ſein, und man muß dieſelbe vielmehr in den durch die Schwämme ausgezogenen Stoffverluſt ſuchen.

Die Beiſpiele der Ernährung einiger Pflanzen von wirklich organiſch ſelbſtſtändigen Stoffen, die keine Humusvermoderung eingingen, — Pflanzen, welche weit davon entfernt ſind, von Kohlenſäure und Ammoniak zu leben — können noch durch viele andere vermehrt werden *); die angeführten mögen genügend ſein, um den Beweis zu liefern, daß einige Pflanzen im Umfange wirklich zunehmen, indem ſie bereits organiſirte Stoffe iſomorphiſch und rückwärts umgeſetzt zu ſich nehmen, um ſie nochmals und aufs Neue in Zellenreihen zu ordnen. So wahr dieſe Thatſachen ſind, ſo wahr iſt es auch, daß es wahre atmoſphäriſche Pflanzen giebt, die entweder gar keine Stütze haben, oder eine ſolche, woraus ſie weder organiſche noch humusartige Nahrung ziehen können; vor allen die auf Felſen lebenden Flechten, Orchideen u. ſ. w. (ſ. §. 114).

Wie kann man ſich nun wundern, daß es eine dritte Reihe von Pflanzen giebt, die ſowohl Kohlenſäure und Ammoniak aufnehmen als organiſche Stoffe, humusartige Körper, welche in einem Zwiſchenſtadium ſich befinden, einerſeits von organiſirten, anderſeits von den Beſtandtheilen der Atmoſphäre begrenzt. Die größte Anzahl der jetzt lebenden Pflanzen gehört zu dieſer dritten Reihe, und ihre Anweſenheit iſt von der Humuslage abhängig, welche während der Periode der Erdumwandlungen, unter welchen wir Menſchen jetzt leben, in einer gewiſſen Höhe bedeckt. Bevor dieſe Schicht beſtand, waren die gegenwärtig lebenden

*) Man ſehe über die Eſſigmutter, welche aus Eſſigſäure und dem Protein, welches in dem Eſſig vorhanden iſt, entſteht. Scheikund. Onderz. Deel I. p. 539.

Pflanzen auch nicht vorhanden, und verschwindet einmal dieselbe durch Veränderung der Atmosphäre oder andere Einflüsse, so wird damit zugleich auch der größte Theil der gegenwärtig lebenden Pflanzen untergehen.

In dieser Hinsicht scheint denn auch die gerade jetzt so einseitig behandelte Frage: »ob denn die Pflanzen alle, neben Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und anorganischen Salzen, auch organische Nahrung aus dem Boden ziehen,« sich von selbst zu beantworten. Es giebt Pflanzen, die keine organische Nahrung aufnehmen. Es giebt Pflanzen, welche ganz und gar davon leben, und endlich solche, die beider bedürfen. Zu dieser letzten Klasse gehören die meisten der gegenwärtig lebenden Pflanzen, namentlich diejenigen, welche in der Dammerde vegetiren.

Ich brauche nicht darüber zu reden, was Einige, namentlich Liebig, bewogen hat, das Aufnehmen von organischer Nahrung durch die Pflanzen ein für allemal zu verwerfen. Es giebt zunächst viele Bestandtheile des Bodens, welche sich in einem Zustande fortwährender Zersetzung befinden und diese scheinen in Folge dessen für die Pflanzen nothwendig zu sein. Zweitens nehmen wirklich die Pflanzen Kohlensäure, Wasser und Ammoniak auf, verändern diese Stoffe in ihre Bestandtheile, und es scheint sonach wohl, als ob sie ausschließlich davon leben könnten. Drittens sind die erzeugten Bestandtheile des Bodens meistens sämmtlich in so geringer Menge darin enthalten, daß es scheint, als machten sie keine wesentlichen Bestandtheile darin aus. Allen diesen Scheingründen stehen andere gegenüber, während keiner der angeführten noch anzuführenden einen Beweis liefert. Zuerst sehen wir keine der jetzt in's Auge gefaßten Pflanzen gut in einem von organischen Stoffen völlig freien Boden fortkommen. Ihre Menge thut nichts zur Sache, eben weil die Pflanzen davon nicht ausschließlich leben können. Die Menge Kochsalz, welche ein Thier bedarf, um existiren zu können, ist ebenfalls eine sehr geringe,

und wenn auch keinenfalls ein Thier allein von Kochſalz ſein Leben unterhalten kann, ſo iſt daſſelbe dennoch für die Thiere unentbehrlich; ebenſo ſcheinen mir die organiſchen Beſtandtheile des Bodens ein für allemal den Pflanzen unentbehrlich zu ſein. Die Erfahrung hat das gelehrt, und man kann nicht dagegen ſtreiten. Es iſt keine Frage, daß die Pflanzen durch Condenſation von Stoffen aus der Atmoſphäre die Menge der organiſchen Stoffe in den Boden anhäufen und gleichwohl nicht ohne organiſche Stoffe leben können. Dieſes ſieht man aus den Reſultaten der wirkenden Natur.

Gerade gegenüber ſteht, daß ein trockener Sandboden einige Jahrhunderte bedarf, um einige wenige Haidepflanzen zu erzeugen, die kümmerlich darin fortleben, und daß er durch das Unterpflügen derſelben, das heißt dadurch, daß man dem Boden organiſche Stoffe mittheilt, geſchickt gemacht wird, um mit Erfolg Tannen darauf zu ziehen, und daß dieſe Bäume, indem ſie fortwachſen und den Boden mit ihren Blättern bedecken, denſelben dadurch für Buchweizen und Roggenbau vorbereiten, und daß man ſo allmälig unſere dürren Flötzſtrecken erſt nach vielen Jahren dadurch, daß man organiſche Stoffe in ihnen anhäuft und deren Menge jährlich vermehrt, in fruchtbares Land verwandelt.

Die Haidepflanzen bedürfen daher wenig organiſche Stoffe, die Tannen bedürfen mehr und Buchweizen und Roggen noch mehr, um üppig fortzuwachſen. Die Sache ſcheint mir einfach die zu ſein, die Pflanzen beziehen ihre Nahrung ſowohl aus der Atmoſphäre als aus dem Boden; die Atmoſphäre muß die Structurſtoffe (bouwstoffe) für einige liefern, und für andere die Materien herbeiführen, die deshalb zwar noch keine Structurſtoffe ſind, der Boden muß einige Stoffe zur Pflanzennahrung geſchickt machen; alle Pflanzen condenſiren auch Stoffe aus der Atmoſphäre, und es leben ſogar manche nur von der Atmoſphäre allein.

Von wie großer Bedeutung die kleine Menge organiſcher Nahrung für die Pflanze iſt, lehren uns einige pflanzenartige

Düngerstoffe; das Unterpflügen der Wurzeln von der vorhergegangenen Ernte *), das Unterstreuen von Baumblättern, das Untermengen von Sägespänen und vor allen das Besäen der Felder mit Klee, mit Rübsamen, und das Unterpflügen derselben können dieses beweisen. Die praktische Landwirthschaft lehrt geradezu, daß organische Stoffe den Boden fruchtbar machen, mögen sie sein, welche sie wollen, nur natürlicher Weise nicht in demselben Maße; sie lehrt, daß man darum thierischen Dünger mit pflanzlichen vermischen muß, um dadurch die ganze Menge organischer Stoffe im Boden zu vergrößern. Der Ackerbau lehrt uns in Gerberlohe, Seetang, namentlich im letzteren, eine vorzügliche Pflanzennahrung kennen, deren Werth man durch die Erfahrung leicht bestätigt finden kann. Aus demselben Grunde verdient auch Holzkohle unter der organischen Pflanzennahrung genannt zu werden, weil auch sie schließlich in organische Pflanzennahrung verändert wird.

Die Bedeutung von organischer Pflanzennahrung ist viel zu groß, als daß wir sie nicht näher beleuchten müßten. In wie fern alle organischen Stoffe, so wie sie auflöslich sind, für die Pflanzen eine brauchbare Nahrung geben können, lehrt uns die Erfahrung, daß die Anzahl derselben sehr klein ist. Im 5ten Kapitel sind dieselben angegeben; sie sind, so weit wir

*) Bouſſingault hat (l'Institut 1840. pag. 205.) unterſucht, wie viel an organiſchen Stoffen durch das Unterpflügen von den Wurzeln der vorigen Ernte dem Boden mitgetheilt wird. Namentlich iſt es wichtig, die Menge von Stickſtoff kennen zu lernen, welche dadurch den Pflanzen der folgenden Beſtellung dargeboten werden; daſſelbe gilt dann für die Humusſäure u. ſ. w.

Auf einem Hectar, welcher mit Weizen beſät geweſen war, fand er, daß 1036 Kl. Wurzeln untergepflügt werden, von Klee 1547 Kl., von Hafer 650 Kl. Auf ſolche Weiſe bekommt ein Hectar Land folgende Menge von Beſtandtheilen:

	Weizen:	Klee:	Hafer:
Kohlenſtoff . . .	301,4 Kl.	671,4 Kl.	325,7 Kl.
Waſſerſtoff	55,0 „	82,0 „	35,1 „
Stickſtoff	4,2 „	27,9 „	2,6 „
Sauerſtoff	402,8 „	570,8 „	753,5 „
Aſche	72,6 „	194,9 „	33,1 „

Daß von dieſen Beſtandtheilen viel an die Atmoſphäre abgegeben wird und ſo verloren geht, braucht nicht weiter bemerkt zu werden.

wiſſen, die Producte der Zerſetzung von den meiſten organiſchen Körpern, wenn ſie mit Luft und Waſſer in Berührung ſind, zumal wenn dieſe in poröſen Körpern wie Thonboden vertheilt ſind. Die organiſchen Körper zerfallen alle erſt in Ulmin, dann in Ulminſäure, dann in Humin, dann in Huminſäure, dann in Geinſäure, endlich in Quellſatzſäure und in Quellſäure; außer dem erſten und dritten ſind die übrigen alle mit Baſen verbindbar und können dadurch in Waſſer auflöslich werden. Es ſind dieſe nun ſo weit wir wiſſen, keine andere organiſche Stoffe, welche von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden. Dieſe aber fehlen auch in keinem Boden und demnach ſcheint es, daß alle ohne Unterſchied durch die Wurzeln in die Pflanzen eindringen, um daſelbſt wichtige Dienſte zu leiſten. —

Durch dieſe organiſchen Säuren wird der größte Theil, vielleicht alles Ammoniak, welches die Pflanzen aus dem Boden ziehen, denſelben dargeboten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß Ammoniakſalze ohne dieſe organiſchen Säuren den Pflanzen nachtheilig ſind, mit denſelben vielleicht durch die Verweſung anderer Düngerarten verbunden, wie verweſ'ter Schafmiſt, Kuh- oder Vogelmiſt, den Pflanzen von großem Nutzen ſind *). Welches Ammoniakſalz man aber auch immerhin mit der Ackererde vermengen mag, ſo kann daſſelbe nichts Anderes von dem Augenblicke der Vermengung an daraus abſcheiden, als ulminſaures, humusſaures, geinſaures, quellſalzſaures und quellſaures Ammoniak, inſofern nur eine genügende Menge verweſender organiſcher Stoffe im Boden vorhanden war, und zu dieſem Behufe bedient man ſich von Al-

*) Pflanzenartige und thieriſche Düngeeſtoffe ſind ſehr verſchieden. Vor der Zeeſetzung ſind die thieeiſchen den Pflanzen ſchädlich, die pflanzlichen niemals. Beezelius hält den Dungee und Haen voe dee Verweſnng für nachtheilig, nach dee Verweſnng dagegen fue nntzlich. Hlnbeck, die Eenäheung dee Pflanzen. Peag 1841. S. 40. Nach Davy ſind ſelbſt Zuckee und Milch ſchädlich, nicht allein weil ſie concenteirte Flnſſigkeiten ſind, ſondern weil ſie einen ſchädlichen Reiz auf die Pflanzen ausnben.

ters her in verweſenden Düngerſtoffen eines Gemenges, in welchem jene fünf genannten Ammoniakſalze den Pflanzen unmittelbar Nahrung darbieten. Der Harn der Thiere und Menſchen, der Guano und ebenfalls der Harnſtoff, Harnſäure und die Hippurſäure oder was für einen Ammoniak enthaltenden Stoff man auch anwenden möge, alle verbinden ſich als Ammoniak mit den genannten fünf Säuren des Bodens, bevor ſie für die Pflanzen als Nahrungsmittel betrachtet werden können.

Die Lohe, welche eine ſo große Menge Humusſäure enthält, das Fleiſch oder das Blut der Thiere, welches ſo leicht darin verändert wird, Haare, Harn u. ſ. w. ſind aus dieſem Grunde ſo ausgezeichnete Nahrungsſtoffe für die Pflanze.

Unter den Beſtandtheilen der fruchtbaren Erde befindet ſich noch einer, auf welchen die Aufmerkſamkeit noch nicht gelenkt iſt und welcher doch eine bedeutende Rolle bei der Umſetzung ſpielt, welche die organiſchen Stoffe, die in denſelben vorkommen, erleiden; wenn nämlich ganz ſtickſtofffreie Körper mit Thon oder Sandboden, kurz mit denjenigen Beſtandtheilen gemengt werden, welche die fruchtbare Erde ausmachen, ſo bleiben ſie lange unverändert; es kann hier als Beiſpiel dienen, wie lange Flachs, Hanf, Thaue, Holzwerk dem Einfluß von Luft und Feuchtigkeit widerſtehen. Müßten die fallenden Blätter ebenſo lange unverändert bleiben, ſo würden ſie für das Pflanzenwachsthum nicht nützlich ſein können, ſie würden ſich anhäufen und die Oberfläche des Bodens erhöhen. Dagen ſehen wir ſie ſchon im Verlauf eines Jahres verſchwinden und in humusartige Stoffe verwandelt.

Es kann bei der Kenntniß, die wir von den Stoffen haben, nicht zweifelhaft ſein, welche es ſind, die die Fäulniß befördern, und namentlich, welche Stoffe die Humusbildung begünſtigen, es ſind nämlich die allmälig in einem Zuſtande von Umſetzung begriffenen organiſchen Gebilde, wenn ſie der

Feuchtigkeit und einer gewissen Temperatur ausgesetzt sind, im Pflanzenreiche ist es das Pflanzeneiweiß und der Pflanzenleim.

Außerdem, daß diese Stoffe dadurch, daß sie Ammoniak liefern, nützlich sind, sind sie deshalb noch für die Dammerde vortheilhaft, daß sie die stickstofffreien Körper als Cellulose, Holzstoff u. s. w. chemisch umsetzen und deren Humusvermoderung einleiten.

Daher kommt es denn auch, daß Sägespäne oder andere wenig Stickstoff haltende Stoffe, die zuweilen als Dünger angewendet werden, bei weitem nicht so schnell in Humus übergehen und in demselben Maße zugleich weniger für das Pflanzenwachsthum nützlich sind, als wenn man denselben Proteinverbindung, als Wolle, Haare u. s. w. hinzufügt.

Während diese Stoffe sich in einer Zersetzung befinden, unterhalten sie die Wirksamkeit der Wurzelfasern, welche mit den in Veränderung begriffenen Stoffen in Berührung sind, und es pflanzt sich die chemische Wirkung der Bestandtheile der fruchtbaren Erde auf die der Wurzeln fort.

Dieser Umstand verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als man davon ausgeht, daß das bereits gebildete Ammoniak mit demselben Vortheil den Pflanzen dargeboten werden kann, als Ammoniak im Ausscheidungszustande, was mit der Erfahrung im Widerspruche steht.

Die Frage ist nun, ob diese organischen Stoffe nur dazu dienen, um, indem sie sich in einem fortdauernden Zustande von Verwesung befinden, Kohlensäure und Ammoniak zu bilden und zugleich einen chemischen Impuls, eine Ursache von Stoffwechsel auf die Wurzeln der Pflanzen zu übertragen, und ferner, ob die organischen Bestandtheile aus dem Boden wirklich durch die Pflanze aufgenommen werden. Ueber diese Sache ist in den letzten Zeiten viel gestritten worden *),

*) Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur. — Schleiden, Wissenschaftliche Botanik und Offenes Sendschreiben an Dr.

und, wie es mir ſcheint, zum Theil ein Wortſtreit darüber geführt, die Wiſſenſchaft hat nicht viel dabei gewonnen, weil nur wenig neue Thatſachen damit an's Licht gebracht wurden. Nach den Verſuchen von de Sauſſure nehmen die Pflanzen wirklich humusſaure Alkalien auf. Man betrachte hier einen ſeiner Verſuche (Annalen der Chemie und Phyſ. Juni 1842. S. 872). Die Wurzel von einer Gartenbohne wurde in ein Gefäß von 22 Mm. Weite, 150 Mm. Höhe gebracht, welches eine Auflöſung von 0,070 humusſaurem Kali in Waſſer enthielt, worin 18 Mgr. Humusſäure enthalten ſind. Die Pflanze war nach 14 Tagen von 11 Grm. auf 17 Grm. an Gewicht geſtiegen, ſie hatte 135 Grm. Feuchtigkeit aufgenommen, das verdunſtende Waſſer wurde täglich durch deſtillirtes Waſſer erſetzt. Die Flüſſigkeit war hell geblieben und die Pflanze nach unten hin fortgeſetzt, die Wurzel war weiß, die Flüſſigkeit viel weniger gefärbt; nach dem Verdampfen der Flüſſigkeit war 0,020 humusſaures Kali übrig, worin 9 Mgr. Humusſäure, alſo die Hälfte des angewandten, und es war mithin die andere Hälfte verſchwunden. Aus dieſen und anderen Verſuchen hat de Sauſſure den Schluß gezogen, daß Humusſäure an Alkalien gebunden und ſomit in einen auflöslichen Zuſtand gebracht, wirklich vermindert wird, wenn in denſelben Auflöſungen Pflanzen wachſen. Allein es folgt hieraus erſtens nicht, daß die Pflanzen allein dadurch genährt worden ſind, die Menge organiſcher Beſtandtheile von 9 Mgr. bei 6 Grm. Zunahme an Gewicht der waſſerhaltenden Pflanze in jenem mitgetheilten Verſuche von de Sauſſure iſt ſehr gering für einen Zeitraum von 14 Tagen. Die Kohlenſäure und das Ammoniak der Atmoſphäre, welche die Flüſſigkeit abſorbirten, können und müſſen zum Wachsthume beigetragen

---

Liebig. 1842. — Winkelblech, Ueber Liebig's Theorie der Pflanzenernährung. — De Sauſſure, Urber die Ernährung der Pflanzen, Annalen der Chemie und Pharm. Juni 1842. S. 175. — Hugo Mohl, Dr. Juſt. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphyſiologie.

haben, um der Pflanze die festen Stoffe mitzutheilen, was aus dem Versuche von de Sauſſure, so wie er denselben aufgefaßt, nicht mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, möchten es auch mehr als 9 Mgr. gewesen sein. Es folgt zweitens aus der Verminderung des aufgelösten Humus nicht, daß derselbe unverändert aufgenommen ist, derselbe kann sehr wohl zersetzt und z. B. in Kohlensäure verändert und in diesem Zustande den Wurzeln dargeboten sein. Es ist gewiß richtig, daß es untersucht werden müßte, es müßte geprüft werden, ob die Pflanzen nichts Anderes aufnehmen können, als Kohlensäure und Ammoniak. Man hat angegeben, daß kohlensaures Ammoniak in Wasser aufgelöst die Pflanze nicht ernähre, allein es liefert dieses keinen Beweis, ein wenig zu viel Ammoniak kann selbst für die Pflanze giftig sein, es ist aber gewiß für das Wachsthum der Pflanzen nöthig, daß ein Theil der angebotenen Nahrungsstoffe im Ausscheidungszustande als Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen dargeboten werden muß, endlich kann die Anwesenheit von organischen Stoffen im Boden für einige Pflanzen entbehrlich, für andere ganz und gar unentbehrlich sein.

Somit kann man allerdings gegen die Proben in dem Sinne, als der angeführte Versuch von de Sauſſure hingestellt war, Einwürfe machen, Einwürfe, welche aus dem Grunde nicht beseitigt werden können, weil man die Humussäure in den Pflanzenwurzeln nicht nachweisen kann; den oben gemeldeten Proben von de Sauſſure könnten wir noch andere von Wiegmann beifügen, welche das Gewicht von organischer Nahrung für Pflanzenwachsthum angeben.

Samen von Nicotiana tabacum, Lupinus luteus wurden, in Töpfe gesäet, wobei in einem künstliche, keine organische, aber alle diejenigen organischen Stoffe enthaltende Erde war, welche die Pflanzen bedurften, während in einem anderen Topfe Gartenerde sich befand. Den ersten Topf befeuchtete

er mit kohlenſaurem Waſſer, den zweiten mit Regenwaſſer, in der Gartenerde keimten die Samen ſchneller und entwickelten mehr Pflanzen, auch lebten ſie länger.

Aehnliche Proben dieſer Art mit künſtlicher Erde aus unorganiſchen Stoffen und mit reinem deſtillirten Waſſer einerſeits und andererſeits mit Humusextract von einer humusreichen Erde genommen, lieferten Wiegmann ſtets dieſelben Reſultate, für Caluna vulgaris, Mentha crispa, Polygomum Fagopyrum, Lyphnis flos cuculi, Parnassia palustris, Cardamine pratensis.

Dieſe Verſuche laſſen ebenſo als die von de Sauſſure noch die Frage unerledigt, ob die organiſche Nahrung nicht zuvor in Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer umgeſetzt wurde, und ob es ſomit eigentlich dieſe ſind, die den Pflanzen zur Nahrung dienen.

Als indirecte Beweiſe, daß die Pflanzen wirklich humusſaure Salze aufnehmen und aſſimiliren, d. h. daß durch Humusſäure, mit Kali und Ammoniak des Bodens verbunden, pflanzliche Stoffe gebildet werden, können die folgenden Gründe angeführt werden:

1) Die Pflanzen nehmen verſchiedene Salzauflöſungen aus dem Boden auf und aſſimiliren die Salze derſelben, ſo kohlenſauren Kalk, Talkerde, ferner ſchwefelſaure, ſalzſaure und kieſelſaure Salze. Es iſt deshalb keine Frage, warum ſie nicht auch humusſaure Salze aufnehmen ſollten, die ſtets in einer fruchtbaren Erde enthalten ſind.

2) Es werden ſelbſt Auflöſungen von Giften von den Pflanzen aufgenommen.

3) Es können ſelbſt gefärbte Flüſſigkeiten in die Pflanze hinaufſteigen und es können die Pflanzen auf dieſe Weiſe künſtlich gefärbt werden, wenn die färbenden Stoffe nur fein genug vertheilt ſind, um die Zellenwände durchdringen zu können.

4) Werden die dunkel gefärbten humusſauren Salze durch

die Pflanzen aufgenommen, so wie dieses sowohl aus Versuchen, als aus den vorigen Nummern 1, 2 und 3 wahrscheinlich ist, so müssen sie durch die dunkle Farbe der humussauren Salze ebenfalls gefärbt werden und geschieht dieses nicht, so muß das humussaure Ammoniak zersetzt und seine Elemente in der Pflanze assimilirt werden; man sieht aber niemals durch humussaure Salze gefärbte Pflanzen und in den weißen Würzelchen der Pflanze findet man keine Spur davon, während viele andere Farbstoffe, worin verschiedene Pflanzen wachsen, sehr wohl darin aufgefunden werden können.

5) Die Essigmutter, eine Pflanze, über welche wir später handeln wollen und oben §. 706—710 genannte Pflanzen wurden keinenfalls durch Kohlensäure und Ammoniak genährt, sondern durch aufgelöste pflanzliche Nahrungstoffe. Ist aber von einer Pflanze die Entstehungsweise aus anderen Stoffen bewiesen, so ist sie auch für die anderen Pflanzen wahrscheinlich.

Einige von diesen Punkten verdienen noch eine nähere Betrachtung. Was den 1sten, 2ten und 3ten Punkt betrifft, so haben wir §. 677 gesehen, daß allerlei Salze von den Pflanzen aufgenommen werden, und wenn dies schon nach Trinchinetti und Anderen, nicht bei allen in demselben Maße geschieht, sowie dieses überhaupt für jede Membran gilt, so wird dennoch keines ausgeschlossen. Die folgenden Versuche von Payen*) über die Aufnahme von Gerbsäure verdienen ganz besonders unsere Aufmerksamkeit, weil sie ein organischer Stoff ist, und ist es von einem organischen Stoffe, wie von der Gerbsäure, bewiesen, so kann man auch die Aufnahme der fünf anderen organischen Säuren unmöglich leugnen. Payen, indem er bemerkt hatte, daß selbst eine sehr verdünnte Lösung von Gerbsäure den Pflanzen schädlich wurde, untersuchte nun die Spongiola genau auf Stickstoff und fand,

*) Mem. sur les developpements des végetaux. p. 7.

daß sie stets eine große Menge desselben enthielten, so daß sie bei der trockenen Destillation eine ammoniakalische Flüssigkeit gaben, während die Radicellen von ihren jüngsten Ausmündungen befreit, selbst die äußersten Theile derselben, so wenig stickstoffhaltende Stoffe enthielten, daß sie bei der trockenen Destillation eine saure Flüssigkeit gaben, mithin nicht so viel Ammoniak lieferten, daß die gebildete Essigsäure dadurch gesättigt werden konnte; die saure Reaction war in dem Maße stärker, als er Theile untersuchte, welche von dem unteren oder dem jüngsten Ende der Wurzelfasern weiter entfernt waren.

Dieses in Verbindung mit der Reaction von Gerbsäure auf die jüngsten Wurzelausmündungen, welche dadurch schnell alle eine braune Farbe annahmen, lehrt uns einen Gehalt eines stickstoffhaltigen Körpers in den äußersten Wurzelenden kennen und liefert einen Beweis, daß dieser daselbst aus der dargebotenen Nahrung gebildet ist; es lehrt uns aber auch noch ferner, daß Gerbsäure, die man den Pflanzen darbietet, wirklich in die Zellen der Wurzelfasern eindringt.

Viele Rosaceen, die in ihren Blättern, Stengeln und selbst in den Wurzeln Gerbsäure enthalten, erleiden an den Wurzelfasern denselben nachtheiligen Einfluß durch eine Auflösung von Gerbsäure, worin man sie stellt, als nicht gerbsäurehaltige Pflanzen; in den äußersten Wurzelfasern von gerbstoffhaltigen Pflanzen kommt aber keine Gerbsäure vor, bei der trockenen Destillation lieferten auch sie viel Ammoniak und sie sind mithin mit einem Ueberschuß eines stickstoffhaltigen Körpers versehen.

Die den Pflanzen dargebotene organische Nahrung, welche in die Wurzelfasern wirklich eindringt, muß mithin von dem Augenblicke an, wo sie in die Pflanzen tritt, verarbeitet werden und von da aus im aufgelösten Zustande weiter fortgeführt werden.

Payen erhielt bei Unterſuchung von Waſſer- und Luftwurzeln dieſelben Reſultate *).

Dieſe Verſuche von Payen ſcheinen mir ganz beſonders wichtig zu ſein; ſie lehren, daß wirklich die den Pflanzen dargebotene Gerbſäure auf das Protein der jüngſten Zellen der Wurzelfaſern eine Wirkung ausübe, wodurch ſich in dieſen eine ſchnell braun werdende Verbindung des Gerbſtoffes mit dem Protein bildet. Dieſe Einwirkung kann nicht zu Stande kommen, wenn nicht die Gerbſäure durch die Zellenwände in die Zellenmembran der Wurzelfaſern eindringt, d. h. wenn dieſer organiſche Stoff nicht durch die Pflanzen aufgenommen wäre, iſt dieſes aber für organiſche ſchädliche Stoffe erwieſen, ſo kann daſſelbe für die natürlichen Beſtandtheile des Bodens gefolgert werden.

Es würde auch in der That ſehr ſonderbar ſein, wenn organiſche Beſtandtheile des Bodens durchaus nicht in organiſche Körper dringen könnten, und wenn es nur den unorganiſchen Körpern eigen wäre, pflanzliche Membranen (Zellenwände) zu durchdringen. Ich müßte meine Leſer um Entſchuldigung bitten, daß ich ſie bei dieſen Beweiſen ſo lange aufhielt, wenn nicht ſehr Viele, indem ſie einem unbewieſenen Satze Liebig's folgen, dieſer Meinung anhingen, wenn nicht viele Schriftſteller, als würden ſie von einem mächtigen Strom mit fortgeriſſen, blindlings dieſelben Ausſprüche, ohne daß ſie auch nur einen Augenblick über die Sache ſcheinen nachgedacht zu haben, mit einem Kraftaufwande wiederholten, als wollten ſie durch ihre lauten Stimmen die ewigen Wahrheiten der Natur zum Schweigen bringen und ſie Lügen ſtrafen.

Wenn man nun immer dabei ſtehen bleibt, daß das wirk-

*) Durch ſalpeterſaures Queckſilberoxyd wird der ſtickſtoffhaltige Beſtandtheil roth gefärbt, durch reines Waſſer wird er undurchſichtig oder weiß, in Kali iſt er auflöslich und nachdem er aus dem Gewebe hinweggenommen, erleidet dieſer keine weitere Veränderung dadurch. Es ſcheint daher, daß er keinen weſentlichen Beſtandtheil derſelben ausmacht.

liche Eindringen von humussauren Salzen nicht bewiesen ist, so zeigt man damit, daß man sich hinter der Unmöglichkeit, von Dingen der Art einen sogenannten directen Beweis zu liefern, versteckt, insofern aber die schweflige Säure in einer Schwefelsäurefabrik zur Schwefelsäurebildung beiträgt, so tragen auch die organischen Stoffe zum Pflanzenwachsthume bei.

Daß die humussauren Salze nicht in den Pflanzen gefunden werden, so wie dieses von der Gerbsäure gezeigt ist, muß in der Schnelligkeit liegen, mit welcher diese Stoffe zersetzt werden, sobald sie in die Pflanze treten, in der Bildung von neuen Körpern also. Da nun die humussauren Salze eine allgemeine Pflanzennahrung sind, so müssen sie nothwendig in einer jeden Pflanze besondere und eigenthümliche Stoffe erzeugen, die von den humussauren Verbindungen eben so verschieden sind, als die Nahrung sich von der Materie, aus welcher sie entstand, unterscheidet. Eben deshalb, weil man keine humussaure, quellsatzsaure Verbindungen u. s. w. in den Pflanzen antrifft, darf man sie Pflanzennahrung nennen, während, wenn man sie unverändert darin anträfe, sie vielleicht nicht einmal diesen Namen verdienten.

Aus den angeführten Thatsachen zieht man nun endlich den Schluß, daß die Pflanzen zwar Kohlensäure und Ammoniak durch den Boden aufnehmen, daß aber die in Wasser und Alkalien auflösbaren organischen Salze durch die Pflanzen ebensowohl aufgenommen und in den Pflanzen umgesetzt werden können; in dieser Beziehung ist denn auch das Ammoniak geeignet, um die Fruchtbarkeit zu befördern; es wird durch sein großes Vermögen, durch Dammerde condensirt zu werden, in dem Humuslager derselben gebunden; dieses geschieht stets nur in kleinen Mengen, weil die Pflanzen das gebildete ulminsaure, geinsaure, huminsaure, quellsatzsaure und quellsaure Ammoniak, Kali u. s. w. in einem fort aufnehmen, und eben deshalb kann eine an jenen Säuren reiche Erde auch

nur wenig Ammoniaksalze in Wasser abgeben. Darum eben sind thierische Düngerarten, als Harn, Fleisch u. s. w. von so viel Werth für die Vegetation, weil sie neben $N^2 H^6$ auch $C^{40} H^{24} O^{12}$ den Pflanzen darbieten.

Es ist hier am Orte, auf einen der wichtigsten Umstände bei den Verbindungen des Ammoniaks mit den organischen Bestandtheilen des Bodens aufmerksam zu machen; es ist nämlich ausgemacht, daß in den Pflanzen manche organische Gruppen in andere umgesetzt werden; enthalten nun die Nahrungsstoffe bereits solche organische Gruppen, so ist es leichter, eine complexe Verbindung zu Stande zu bringen, als wenn sie aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak hergestellt werden müssen. In den äußersten Wurzelzellen finden wir Protein, und dieses wird unmittelbar aus der aus dem Boden aufgenommenen Nahrung gebildet; stellen wir das Uebernatürliche, was man hier so gern walten läßt, bei Seite, so bleibt uns als wirkende Ursache in den äußersten Wurzelzellen nichts weiter übrig, als Einfluß eines Stoffes auf den andern. Führen wir ferner eine allgemein erkannte Art und Weise der Umsetzung von Stoffen auf das Pflanzenreich ein, nämlich das Streben, Sauerstoff aus seinen Verbindungen auszuscheiden, so kann man sich von dem Entstehen dieses Proteins, welches in den äußersten Wurzelfasern sich findet, die Vorstellung machen, daß es aus Humussäure und Ammoniak gebildet werde, eine Vorstellung, die sich von der Wahrheit nicht weit entfernen kann, wenn schon ich sie nicht ohne Weiteres aus dem Grunde dafür geben kann, weil ich aus jenen Stoffen noch kein Protein habe zu Stande kommen sehen.

Aus einem Aeq. Humussäure, 4 Aeq. Wasser und 5 Aeq. Ammoniak kann nämlich 1 Aeq. Protein unter Abscheidung von 4 Aeq. Sauerstoff gebildet werden.

		C	H	N	O
1 Aeq.	Humusſäure . .	40	24		12
5 »	Ammoniak . . .		30	10	
4 »	Waſſer		8		4
1 »	Protein	40	62	10	16
4 »	Sauerſtoff . . .				4

Wenn nun eine Aufnahme von humusſaurem Ammoniak in den Pflanzen und eine Umſetzung der Elemente deſſelben wirklich ſtattfindet, ſo verdient das Vorangeſtellte in Bezug auf eine analoge Umſetzung in der That Ueberlegung.

Noch leichter läßt ſich die Bildung der ſogenannten indifferenten Stoffe, woraus die Pflanzen beſtehen, nämlich die des Zuckers, des Gummis, der Stärke und der Celluloſe erklären.

Nehmen wir als Beiſpiel die Stärke $C^{12} H^{20} O^{10}$; ſoll ſie aus Humusſäure gebildet werden, ſo braucht einfacher Weiſe nur Waſſer gebunden zu werden, da beide Stoffe den Waſſerſtoff und den Sauerſtoff in dem Verhältniß von Waſſer enthalten. Iſt aber das Eintreten der fünf organiſchen Säuren des Bodens in die Pflanzen erwieſen, ſo kann man in der That mit mehr Grund das Entſtehen von vielen Pflanzenſtoffen auf der Spur verfolgen, als dieſes außerhalb der Pflanzen von vielen organiſchen Pflanzen noch möglich iſt.

Das inzwiſchen bei Umſetzungen dieſer Art eine viel mehr verwickelte Veränderung der Stoffe ſtattfindet, kann nicht bezweifelt werden. Die Quellſäure und Quellſatzſäure mit Ammoniak und andere Baſen, zu in Waſſer auflöslichen Salzen verbunden, welche mithin von den Pflanzen aufgenommen werden müſſen, ſind ebenfalls in Rechnung zu bringen, und das Schema, welches für die Entſtehung des Proteins gegeben wurde, erheiſcht zu dem Behufe ein ebenſo großes Vermögen ſich umzuſetzen, als das Schema des Amygdalins bei ſeiner Zerſetzung unter dem Einfluſſe von Emulſin umfaßt.

Folgendes kann außer Zweifel als festgestellt betrachtet werden, daß, indem wir unsere Aufmerksamkeit allein auf Kohlensäure und Ammoniak richten, wir gewisse Hülfsmittel der Natur, das Pflanzenreich zu erhalten, verkennen, die durch die Erfahrung als ausgemacht angesehen werden müssen.

Die besondere Art von Ulmin-, Humin- oder Geinsäure trägt ohne Zweifel viel zu dem verschiedenen Verhalten verschiedener Bodenarten bei. Der an Humus so reiche Torf ist eine schlechte Nahrung für Pflanzen und doch ist er Ulmin- und Huminsäure. Wäre er durch die Kohlensäure, die er durch Verwesen bildet, den Pflanzen nützlich, so müßte Torf eine sehr gute Pflanzennahrung sein, sei dieses an und für sich oder mit stickstoffhaltigen Körpern vermengt. Ungeachtet der Torf Ammoniak condensirt, ist er es dennoch nicht, woraus dann folgt, daß wenn auch Kohlensäure und Ammoniak jederzeit hinreichend vorhanden sind, darum noch nicht eine jede Art von Humussäure als Pflanzennahrung angesehen werden kann.

Was die unlöslich hergestellten Stoffe, welche in einer fruchtbaren Erde vorhanden sind, anbetrifft, als Humin und Ulmin, so werden diese durch eine fortwährende Zersetzung langsamer Weise in auflösliche Humin-, Ulmin und Geinsäure, Quellsatz- und Quellsäure verwandelt (5. Kapitel); wäscht man nämlich Dammerde sehr gut mit Wasser aus und läßt man sie darauf einige Zeit liegen, so enthält sie wiederum in Wasser auflösliche Stoffe und hat von Neuem Ammoniak aufgenommen.

Zu all diesen Beobachtungen muß ich endlich noch folgende fügen. Ich habe auf feuchtem humussauren Ammoniak oft sehr schnell Schimmel entstehen sehen und dieser Stoff ist unter vielen anderen geeignet, die Vegetation zu befördern; ohne darauf einzugehen, in welcher Weise es geschieht, so ist die Gegenwart desselben in dem Boden gewiß bei der Pflanzenernährung betheiligt.

Verfolgt man die chemische Zusammensetzung derjenigen Pflanzen, welche ihre Nahrung nicht haben aus dem Boden nehmen können, so vermißt man darin eine Menge stickstoffhaltender Substanzen, so z. B. bei vielen Lichenen, und es wird hierdurch die Vermuthung unterstützt, da diese doch auch Kohlensäure und Ammoniak aus der Atmosphäre haben aufnehmen können, daß der Stickstoff, wenn er auch immer den Pflanzen als Ammoniak dargebracht wird, nicht als kohlensaures Ammoniak, sondern als humus-, quell- oder quellsatzsaures Ammoniak für die Pflanzen bestimmt ist. In Bezug auf das Vermögen verschiedener Bestandtheile des Bodens, ernährungsfähig zu sein, habe ich viele Versuche angestellt *). Es ist indessen unmöglich, durch Versuche auszumitteln, ob die verarbeiteten Bestandtheile des Bodens als solche von den Pflanzen aufgenommen werden. Dieser Umstand liegt darin, daß man den Pflanzen, welche den Versuchen unterworfen sind, dieselbe Menge Nahrung reichen kann, ohne daß man vergleichbare Resultate erreicht.

In einem unbewohnten und verschlossenen Zimmer und somit vor besonderer Ausdünstung geschützten Orte setzte ich mehrere Gläser von gleicher Größe dicht neben einander; in die fünf ersten brachte ich gut ausgespülten groben Sand, in alle folgenden ein Gemenge desselben Sandes mit 1 Proc. gewöhnlicher Holzasche und außer den ersten und zweiten je fünf Gläsern fügte ich verschiedene Bestandtheile des Bodens, die untersucht werden sollten, in ein jedes Glas bis zu fünf Proc. des Gemenges. Die Stoffe wurden mit gut destillirtem Wasser befeuchtet und feucht gehalten. In einer jeden Anordnung von fünf solchen Gläsern wurden gesäet:

1) braune Bohnen;
2) weiße Bohnen;
3) grüne Erbsen;

*) Scheikundige onderzoekingen. D. II. p. 190.

4) Gerſte;
5) Hafer.

Nach einem Monate, vom 16. Mai bis 16. Juni, waren die folgenden Reſultate über die Entwickelung der genannten Samen aufgezeichnet:

1) Sand und Regenwaſſer.

Die Samen waren ſehr kümmerlich aufgelaufen, die Pflanzen faſt eine Hand hoch aufgeſchoſſen; nach Verlauf eines Monates faſt alle verwelkt.

2) Sand, Aſche und Regenwaſſer.
1) Nicht aufgelaufen;
2) ſehr langſam;
3) recht gut entwickelt;
4) ſehr kümmerlich;
5) etwas beſſer, aber auch ſehr kümmerlich.

3) Sand, Aſche, aus Zucker dargeſtellte Ulminſäure und deſtillirtes Waſſer.
1) kümmerlich;
2) recht gut;
3) ſehr gut;
4) nicht aufgelaufen;
5) ſehr gut.

4) Sand, Aſche und quellſatzſaures Ammoniak aus Zucker und deſtillirtes Waſſer.

Außer Nr. 5., welche auch nur ſehr kümmerlich aufliefen, keimte keiner der Samen.

5) Sand und Aſche, humusſaures Ammoniak aus Gartenerde (ammoniakaliſche Humusextracte) und deſtillirtes Waſſer.

Nichts aufgelaufen.

6) Sand, Aſche, Humusſäure aus Gartenerde und deſtillirtes Waſſer.
1) Sehr ſchön entwickelt;
2) nicht aufgekommen;

3) unvollkommen entwickelt;
4) nicht aufgegangen;
5) recht gut entwickelt.

7) Sand, Aſche, wäſſeriges Humusextract und deſtillirtes Waſſer.
1, 2, 3 und 5 gar nicht, 4 unvollkommen aufgelaufen.

8) Sand, Aſche und ulminſaures Ammoniak aus Zucker und deſtillirtes Waſſer.
1, 2, 3 und 5 ſehr gut, 4 unvollkommen entwickelt.

9) Sand, Aſche, humusſaures Ammoniak aus Torf und deſtillirtes Waſſer.
1, 2, 3 und 5 ſehr gut entwickelt, 4 nicht aufgelaufen.

10) Gewöhnliche Erde in Gefäßen von derſelben Größe und deſtillirtes Waſſer.
Reſultate dem vorigen letzten Verſuche vollkommen gleich.

11) Ausgeglühte Holzkohle, zu einem groben Pulver geſtoßene Aſche und deſtillirtes Waſſer.
Alles aufgelaufen, aber viel weniger entwickelt, als in den drei letzten Verſuchen.

Wenn wir die Reſultate von dieſen Verſuchen mit einander vergleichen und die Stoffe, welche, ſei es durch irgend welche Urſache, der Entwickelung (Verſuch 4 und 5) nachtheilig waren, ſcheint es:

a) daß Regenwaſſer und die Luft des Dunſtkreiſes keine genügende Nahrung für die Pflanzen ſind; die anorganiſchen Stoffe fehlen;
b) daß Regenwaſſer, Aſche und atmoſphäriſche Luft ebenfalls ungenügend ſind;
c) daß das wäſſerige Humusextract zu wenig organiſche Stoffe enthält, um den Pflanzen das, was ſie bedürfen, zu reichen;
d) daß Ulminſäure aus Zucker den Pflanzen vortheilhaft iſt, ſelbſt wenn es keinen Stickſtoff enthält;

e) daß Humusſäure aus Gartenerde den Pflanzen recht nützlich iſt;

f) daß ulminſaures Ammoniak aus Zucker oder aus dem Torf den Pflanzen eine gute Entwickelung geſtatte, daß endlich

g) Holzkohle und Aſche nicht ſo gut das Pflanzenwachsthum befördern, als Dammerde oder die unter e und f genannten Stoffe.

Allen den Gründen, welche S. 181 und oben über die nützlichen Beſtandtheile des Bodens angeführt wurden, füge ich noch einen hinzu, welcher von der größten Bedeutung zu ſein ſcheint: nämlich die Ammoniakbildung aus den Beſtandtheilen der Atmoſphäre, eine Verbindung der Elemente des Dunſtkreiſes, welche außerhalb des Pflanzenwachsthums nur langſam, von demſelben aber unterſtützt, recht kräftig in ulminartigen oder huminartigen Körpern ſtattfindet. Der folgende Verſuch lehrt dieſes überzeugend; er wurde mit Bohnen, welche in einer ammoniakfreien Atmoſphäre gekeimt hatten und aufwuchſen, und in einer ammoniakfreien Ulminſäure aus Zucker und in Holzkohle, beide mit ammoniakfreiem Waſſer befeuchtet, gezogen wurden, angeſtellt. Der Ulminſäure und der Holzkohle war 1 Proc. Holzaſche hinzugefügt, um den auslaugenden Pflanzen unorganiſche Stoffe darzubieten.

Die Reſultate waren folgende: zu Anfang war von drei Bohnen der Stickſtoff beſtimmt, und ebenſo von den Pflanzen, die von den anderen Bohnen entſtanden waren:

	Weiße Bohnen in Ulminſäure	Stickſtoff	Braune Bohnen in Holzkohle	Stickſtoff
Bohnen	1,465	50 C. C.	1,277	27 C. C.
Pflanzen	4,167	160 C. C.	1,772	54 C. C.

Die weißen Bohnen hatten daher in ſtickſtofffreien Stoffen und in einer ammoniakfreien Atmoſphäre bei ihrer Entwickelung zur Pflanze mehr als das Dreifache des Stickſtoffs bekommen, als diejenige Menge beträgt, welche in den

Bohnen ursprünglich anwesend war, und die braunen das Doppelte.

Unter den Gründen, weshalb Ingenhous und nach ihm Liebig meinte, daß die Pflanzen überhaupt keine organische Stoffe als solche aufnehmen können, ist einer, welcher einer besonderen Erwähnung verdient. Sie meinen nämlich, daß die humusartigen Bestandtheile aus dem Boden ganz und gar durch Aufnahme von Sauerstoff in Kohlensäure verändert werden und somit den Pflanzen ganz und gar keine organischen Stoffe darbieten können. Diese Angabe habe ich nirgends durch Versuche und Beobachtnngen bestätigt gefunden, und es kann aus keinem Grunde gefolgert werden, daß die organischen und im Wasser auflöslichen Salze als ulmin-, humin-, gein-, quellsatz- und quellsaures Ammoniak, Kali und Natron u. s. w. nicht zugleich in Kohlensäure zersetzt, als auch im auflösbaren Zustande durch die Wurzeln aufgesogen werden könnten; das Eine schließt das Andere nicht aus.

Die Gründe, die man aus den Beobachtungen von de Sauſſure anführen könnte, daß eine fruchtbare Erde so viel Kohlensäure giebt, als sie Sauerstoff absorbirt, glaube ich, haben weiter keinen Werth; zuerst ist S. 180 angedeutet, daß die Versuche von de Sauſſure nicht richtig sind, zweitens haben die Erfahrungen sie nicht bestätigt. Es folgen hier einige, aus denen eine entgegenstehende Antwort auf die gestellte Frage sich ergiebt. Die folgenden Versuche sind mit fruchtbarer Erde, ulminsaurem Ammoniak (aus Zucker dargestellt, durch Ammoniak gesättigt, durch freiwilliges Abdampfen getrocknet) und mit quellsatzsaurem Ammoniak (aus Ulminerde, durch Salpetersäure dargestellt und mit Ammoniak gesättigt) angestellt.

Ackererde, welche eine große Menge an organischen Stoffen enthielt, die indessen schon ganz und gar in Humusverwesung übergegangen war, wurde ebenfalls, wie die anderen

beiden Stoffe mit etwas Waſſer befeuchtet und die beiden letzten mit dem achten Theile ihres Gewichtes Quarzſand gemengt. Ein jedes Gemenge wurde in einer umgekehrten tubulirten Glocke auf eine Schale geſtellt und die Glocke mit einer Glasplatte luftdicht verſchloſſen; in den Hals der Glocke wurde ein Glasrohr luftdicht befeſtigt und das untere Ende deſſelben in Queckſilber getaucht und ſomit luftdicht verſchloſſen. Das Ganze wurde im Monat Auguſt bei 17° C. und 747,7 Mm. ſich ſelbſt überlaſſen.

Nach 14 Tagen ſah man bei dieſer Vorrichtung bereits ein Aufſteigen des Queckſilbers in dem Rohre, welches nicht hätte ſtattfinden können, wenn nicht mehr Sauerſtoff aufgenommen, als Kohlenſäure gebildet wäre. Dieſes Aufſteigen des Queckſilbers nahm in Einem fort zu und war in 3 Monaten ſchon zur Höhe von 1 Dm. geſtiegen — in der Ackererde, in den anderen etwas weniger. — Durch einen Zufall konnten die Verſuche nicht weiter fortgeſetzt werden, aber die mit der Ackererde lieferten im Monat Juli des folgenden Jahres, mithin in einem Zeitraume von 11 Monaten, worunter drei ſtrenge Wintermonate waren, ein Aufſteigen des Queckſilbers zu einer Höhe von 166 Mm. bei 16° und 754 Mm.; als Aetzkali in das Rohr gebracht wurde, verminderte ſich das Volum der Luft um eine Höhe von 20 Mm. Ich lege auf dieſen Verſuch viel Gewicht. Denn zuerſt iſt damit die S. 180 bereits bezweifelte Anſicht von de Sauſſure, daß Dammerde Sauerſtoff aufnimmt und ebenſo viel Kohlenſäure dafür abgiebt, als unrichtig widerlegt, und ergiebt ſich hieraus im Gegentheil, daß fortwährend Sauerſtoff durch dieſelbe aufgenommen wird.

Die Menge Sauerſtoff, die durch eine ſehr kleine Menge Dammerde (ich ſchätze die organiſchen Stoffe in dieſer verbrauchten Menge auf 3 bis 4 Grm. und das Volumen der Glocke auf 3 Liter) aufgenommen wurde, iſt in der That auffallend groß, 166 aber verhält ſich zu 745 = 1 : 4,5,

so daß, wenn gar kein Stickstoff aufgenommen wäre, fast aller Sauerstoff condensirt und dafür nur wenig Kohlensäure an die Stelle getreten sein kann.

Ich komme auf diese Versuche, die ich hier anführe, später wieder zurück, sie sollten hier nur dazu dienen, um die Condensation des Stickstoffs in der Ackererde fester zu stellen.

Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, welche von den Wurzeln oder Blättern den Pflanzen zugeführt werden, als Pflanzennahrung betrachtet.

Nach dem Vorhergegangenen kann man es als erwiesen ansehen, daß die in fruchtbarem Boden wachsenden Pflanzen unorganische und organische Salze aus demselben ziehen, und daß es nicht richtig ist, wenn Thomson (Ann. d. Chem. u. Pharm. Mai 1845. S. 234) schreibt: »Liebig hat, wie bekannt, das Irrige der Meinung, daß der Humus bei dem Ernährungsprocesse der Pflanzen von Einfluß sei, nachgewiesen, und diesen Punkt durch eine reductio ad absurdum erledigt.« Es bleibt uns nun noch übrig, drei andere, für das Pflanzenwachsthum wichtige Körper, nämlich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, näher zu betrachten.

Was das letzte anbetrifft, so ist dieses im fünften Capitel zur Genüge behandelt. Es ist aber noch ein Gesichtspunkt, unter welchem man das Wasser in Beziehung zum Pflanzenwachsthum betrachten muß. Es handelt sich nicht darum, ob es bloß Stoffe auflöst und den Pflanzen als Nahrung zuführt, nicht ob es die Grundlage des Stoffwechsels in den Pflanzen ausmacht, indem es verschiedene Verbindungen mit neugebildeten Stoffen eingeht und andere abscheidet, sondern ob es unter dem Einflusse der Vegetation nicht zersetzt wird.

So wie die Frage hier gestellt ist, und so wird sie in der gegenwärtigen Wissenschaft vorgetragen, ist sie keiner Beant-

wortung fähig. Daß die Elemente des Waſſers Verbindungen mit organiſch ſelbſtſtändigen Materien in den Pflanzen eingehen, und daß ſie in Folge deſſen aufhören, als Waſſer zu fungiren, daß ferner dieſe neuen Körper fähig ſind, Sauerſtoff abzugeben, während der Waſſerſtoff, der urſprünglich vom Waſſer herrührte, in den Pflanzen zurückbleibt, daran iſt nicht zu zweifeln. Die ganze Claſſe der ätheriſchen Oele, der Harze u. ſ. w. lehrt uns, daß dieſes der Fall ſein muß, ſobald wir die Summe der Nahrungsſtoffe weiter verfolgen, welche den Pflanzen als Nahrung zugeführt wird. Aus den Verſuchen von Chevandier *), welche unten bemerkt ſind, ergiebt ſich, daß in zwei Wäldern, wovon er das Holz analyſirt hat, 26 Klg. Waſſerſtoff für jedes Hectar aus dem Waſſer frei wurde und ſich als organiſches Element zu Pflanzenbeſtandtheilen verbanden.

Daß die Kohlenſäure wirklich auf das Wachsthum der Pflanzen von Einfluß iſt, welche organiſche Beſtandtheile aus dem Boden aufnehmen, iſt durch viele Verſuche und Beobachtungen außer Zweifel geſtellt. Schleiden bemerkt, daß in dem Göttinger Thale, vorzugsweiſe in dem Baſſin der Wehnder Papiermühle, die Pflanzen einige Wochen früher im Frühjahr erſcheinen und länger im Herbſt ausdauern, als die übrigen Pflanzen derſelben Gegend; an dieſem Orte nun enthalten die Quellen ein an Kohlenſäure ſehr reiches Waſſer **).

Aber außer dieſen einzelnen Wahrnehmungen, die man noch durch viele vermehren könnte, iſt es ausgemacht, daß es allein die Kohlenſäure der Atmoſphäre iſt, welche den Kohlenſtoff in den Hölzern der Wälder und überhaupt da, wo der Boden wenig organiſche Stoffe enthält, die Kohlenſtoffmenge in den Pflanzen vermehrt; ich will, um dieſen Punkt in ein

*) Ann. de Chim. et de Phys. Fév. 1844. p. 152. Ferner: Beobachtungen über den Einfluß des Waſſers auf das Wachsthum der Hölzer von Chevandier (Cptes rend. 15. Juill. 1844. p. 167.).

**) Meyer's Jahresbericht 1837. S. 16.

gehöriges Licht zu ſtellen, die Verſuche mittheilen, welche Chevandier angeſtellt hat.

Er hat die Quantitäten Holz in Wäldern, in welchen nichts hinzugebracht wurde und die zu gewiſſen Zeiten gekappt wurden, angegeben und aus der Zuſammenſetzung des Holzes in Verbindung mit der Größe der Wälder und dem in einer gegebenen Zeit davon gezogenen Gewinne abgeleitet, daß für zwei große Wälder die Quantitäten, welche jährlich erfordert werden, für ein Hectar *) die folgenden waren:

	Kohlenſtoff.	Waſſerſtoff.	Stickſtoff.	Sauerſtoff.	Aſche.
1. Wald	1754 Kl.	213	33	1507	48
2. »	1854 »	225	36	1586	53.

Dieſe Quantitäten, welche mit denen übereinſtimmen, welche Bouſſingault früher beſtimmt hat — Chevandier fand 3650 Klg. trocknes Holz jährlich für ein Hectar — lehren unter anderen eine auffallend große Zufuhr von Kohlenſäure kennen, da es doch die Atmoſphäre allein iſt, die den Kohlenſtoff dieſen Wäldern zuführen kann. Ein Prisma, deſſen Baſis die Größe eines Hectars beträgt und deſſen Höhe die der Atmoſphäre iſt, müßte jährlich in Folge dieſer Beſtimmung $\frac{1}{9}$ ſeines Kohlenſtoffes, nämlich $\frac{1}{9}$ von 16,9 Klg. Kohlenſtoff **) an das Holz abgeben und es müßte ſomit die Atmoſphäre in 9 Jahren ganz kohlenſäurefrei geworden ſein, wenn die ganze Erde von einem ſolchenden Walde bedeckt und keine neue Kohlenſäure gebildet würde.

Die Vegetation in der Gegend, für welche Chevandier's Beſtimmungen Bezug haben, iſt nur 5 Monate thätig, nämlich von Ende April bis Ende September, wo die Blätter gelb zu werden anfangen; in 156 Tagen wurden mithin 1800 Klg. Kohlenſtoff durch ein Hectar Wald der

*) 1 Hectae = 1,17 Rheinl. Morgen.

**) Auf $^6/_{10000}$ Kohlenſäure der Luft beeechnet. Ein Peisma Luft der Atmoſphäee von einem Hectar Baſis wiegt 103,300,000 Kl.

Atmosphäre entnommen und dies beträgt auf einen Tag 12 Klgr., die Höhe der Bäume zu 20 Mtr. angenommen, müßte die Luft bei vollkommener Windstille von den 32 Klgr. Kohlenstoff *), welche in einem Prisma von 1 Hectar Grundfläche und 20 Mtr. Höhe enthalten ist, $^{22}/_{132}$ oder $^{3}/_{8}$ ihres Gewichtes Kohlensäure täglich verlieren.

Hieraus folgt dann ferner, daß höhere Bäume und solche, die weitläufiger gepflanzt sind, so daß die Luft mehr hindurchstreichen kann, viel besser fortkommen müssen, als niedrige und dichter gepflanzte. Die genannten Bedingungen weichen nicht allein nach diesen Daten, sondern auch nach der Art des Holzes, der Stelle der Erdoberfläche und vielen anderen Umständen von einander ab.

Es giebt noch eine ganz andere Nahrungsquelle für die Pflanzen, als die Wurzel. Es ist nämlich nicht zu bestreiten, daß die grün werdenden Pflanzentheile Kohlensäure aufnehmen und vorzugsweise Sauerstoff dafür abgeben; diese Function ist in der That doppelter Art, es hängt das Aufnehmen von Kohlensäure und das Ausscheiden von Sauerstoff nicht zusammen; das Eine ist eine auf sich selbst beruhende Verrichtung, welche nach den Gesetzen der Absorption von Gasen, durch wässerige Flüssigkeiten vor sich geht. Das Ausscheiden von Sauerstoff ist das Resultat einer allgemeinen chemischen Umsetzung der Pflanzenstoffe, zu minder oxydirter Verbindung, eine Umsetzung, an welcher auch die aufgesogene Kohlensäure Theil hat; beide Verrichtungen verdienen in hohem Grade unsere Beachtung; wir wollen sie in dem folgenden Kapitel für sich behandeln und uns hier damit begnügen, nur den Beweis, daß Kohlensäure durch Blätter aufgenommen wird, zu liefern. Als ein für alle Mal bewiesen kann man die folgende Regel feststellen:

Die Wurzeln der Pflanzen dienen dazu, um Wasser, Am-

*) Hierbei ist $^{1}/_{4}$ für den, von den Bäumen eingenommenen Raum abgezogen.

moniak und die organischen Salze, endlich um eine geringe Menge organischer Stoffe den Pflanzen zuzuführen. Die grünen Theile der Pflanzen aber, vorzugsweise die Blätter, um durch die absorbirte Kohlensäure unter Austreiben von Sauerstoff die Masse der stickstofffreien Bestandtheile der Pflanzen zu vergrößern.

Daß wirklich Kohlensäure durch die Blätter aufgenommen wird, ist schon aus älteren Versuchen von Sennebier und Spallanzani ersichtlich, aber immer in Verbindung mit der Sauerstoffentwickelung betrachtet. De Saussure vor Allen hat dieses festgestellt und Draper hat diese Thatsachen durch Versuche außer Zweifel gestellt, welche in den folgenden Kapiteln mitgetheilt werden sollen.

Ich nehme an diesem Orte diese Thatsachen als völlig ausgemacht an.

Die Menge Kohlensäure, welche, wie sich aus den oben mitgetheilten Versuchen von Chevandier ergiebt, in einem so großen Maße durch die Pflanzen aufgenommen wird, daß jährlich 1800 Klgr. Kohlenstoff dadurch gebunden werden, kann unmöglich vom Boden aus den Pflanzen zugeführt, mithin unmöglicher Weise durch das Regenwasser vermittelt werden. Ein Liter Kohlensäure wiegt 1,98 Gr. Das Regenwasser enthält nur geringe Mengen Kohlensäure. Nehmen wir an, daß in einem Liter Regenwasser 10 C. C Kohlensäure enthalten sein mögen *), so haben wir in 100 Pfd. 1,98 Gr. Kohlensäure oder 0,54749 Gr. Kohlenstoff.

*) Die Untersuchungen des zu Utrecht im Juni 1823 bei Westwind niedergefallenen Regenwassers (Commentatio de aquis Rheno-Traj.) enthielten in 1000 Grm. oder 1 Liter 0,0037 Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff.

Es können mithin in einem Liter Regenwasser kaum 2 C. C. Kohlensäure sein. Im Text habe ich die Quantität absichtlich 5mal größer angenommen.

Herr von Baumhauer hat auf meinen Wunsch noch im Monate Juli 1845 die folgenden Bestimmungen der Kohlensäure in fünf verschiedenen Regenwassern, welche alle eine Zeit lang der Luft ausgesetzt gewesen waren, gemacht. In 1000 Grm. waren bei 0° und 760 Mm. an in Cub.-Centim. ausgedrückter Kohlensäure enthalten:

Eine Quantität von 330000000 Klgr. Regenwaſſer würde mithin ein einziges Hectar Land jährlich erfordern, um 1800 Klgr. Kohlenſtoff liefern zu können. Es fällt in dem Binnenland von Frankreich *) aber auf ein Hectar jährlich nur eine Quantität von 6,500,000 Klgr. Regenwaſſer und es könnten mithin die Pflanzen, von denen Chevandier ſpricht, nur $^1/_{50}$ derjenigen Menge von Kohlenſäure durch die Wurzeln bekommen, welche ſie enthalten müſſen, um das obige Reſultat zu liefern. Die Quantität Kohlenſäure, welche in dem Waſſer enthalten iſt, was durch den Boden dringt, habe ich nicht mitgerechnet, dieſer ſteht eine viel größere Menge Kohlenſäure gegenüber, welche ſie durch die abgeworfenen Blätter verlieren, die, indem ſie verfaulen, eine beträchtliche Menge Kohlenſäure in die Luft verdunſten laſſen, und außerdem noch diejenige Quantität Kohlenſäure, welche durch Exhalation ausgetrieben wird (m. ſ. weiter unten die Verſuche von Draper), und endlich noch eine dritte Menge von Kohlenſäure, welche mit dem aus dem Boden verdampfenden Waſſer wieder in die Atmoſphäre zurückgeht.

Gehen wir von den Verſuchen Chevandier's aus,

I II III IV V
4,70 . . . 4,24 . . . 7,93 . . . 8,56 . . . 9,09.

Dieſe Beſtimmungen gelten fur Utrecht, in der freien Natur muß der Kohlenſäuregehalt geringer ſein. Jedenfalls iſt 10 C. C. auf 1000 Gem. Waſſer, wie wir ſehen, zu groß genommen.

Die Quantität des gefallenen Regens iſt hier fur ein ganzes Jahr genommen, während die Pflanzen in gemäßigten und kalten Ländern nur einige Monate im Jahre Feuchtigkeit aus dem Boden nehmen. Dadurch wird die Rechnung noch viel ungunſtiger fur das Einterten der Kohlenſäure in die Pflanzen durch die Wurzeln. Dagegen iſt zu berückſichtigen, daß wir den Thau, welcher nicht tief in den Boden dringt, aber vorzugsweiſe die Blätter beſchlägt, noch in keine Rechnung ziehen können. Nehmen wir an, daß die Pflanzen jährlich 6 Monate lang Waſſer durch die Wurzeln aufnehmen und daß ebenſo viel Thau als Regen in den Boden dringt, was gewiß viel zu hoch iſt, ſo bleibt die Rechnung noch dieſelbe.

*) Nach Kaemtz (Meteorologie §. 174) fallen jährlich 23 Zoll Waſſer auf die Kuſten von Frankreich und Holland, 24 Zoll oder 0,650 Mm. in's Binnenland. Ein Hectar iſt 10,000 Quadratmeter und beträgt per Hectar 6500 Cub.-Meter jährlich. Nach Simons und Geeve (Nieuwe Verhandl. van het. Bat. tien. 1844) in unſer Land 0,657 Mm., was per Hectar 6570 Cub.-Meter beträgt.

zufolge welchen 1800 Klgr. Kohlenſtoff per Hectar condenſirt werden, ſo müßte 1 Ltr. Regenwaſſer 10 C. C., ſondern 500 C. C. Kohlenſäure enthalten, dieſes iſt die Hälfte von dem, was Waſſer unter dem gewöhnlichen Druck der Atmoſphären aufnehmen kann. Hieraus geht aber auf das Deutlichſte hervor, daß die Pflanzen die größte Menge von Kohlenſäure mittelſt der Blätter der Luft entnehmen, und daß nur ein ſehr geringer Theil durch Regenwaſſer und aus dem Boden in die Pflanzen gelangt; daß deshalb, weil der Dünger in den Boden niedergelegt und dort nützlich iſt, ein anderer Theil der Nahrung, wie Ammoniak, die organiſchen und die unorganiſchen Nahrungsmittel durch die Wurzeln eindringen; es giebt mithin in der That zwei Quellen von Nahrungsſtoffen, ſowie es in der älteren Wiſſenſchaft angenommen wurde, zwei Quellen in entgegengeſetzter Richtung, ſo daß die eine von oben nach unten, die andere von unten nach oben fließt. Die Beſtandtheile, welche die Thätigkeit erhöhen, werden mit den unorganiſchen Salzen und dem Waſſer aus dem Boden gezogen, diejenigen dagegen, welche durch unaufhörliche Umſetzung die Maſſe vergrößern und eine zahlloſe Menge Producte liefern müſſen, werden durch die Atmoſphäre herbeigeſchafft; es ſind dieſes ſehr bedeutungsvolle Eigenſchaften, die in dem folgenden Kapitel weiter entwickelt werden ſollen.

Die Verſuche von Chevandier geben für die Menge des während der Vegetation gebundenen Waſſers folgende Reſultate: »eine Quantität von 1754 Klgr. Kohlenſtoff, welche in dem Holze jener Wälder per Hectar in einem Jahre gebunden wird, enthielt in der Form von Kohlenſäure, in welcher ſie aufgenommen wurde, 4591 Sauerſtoff; eine Quantität von 33 Klgr. Stickſtoff, welche in dem Holze gefunden wurde, iſt mit 7 Klgr. Waſſerſtoff zu Ammoniak vereinigt geweſen; das Holz enthielt nun 213 Klgr. Waſſerſtoff, dieſer beträgt 213 — 7 = 206 Waſſerſtoff. Dieſe bedürfen, um Waſſer zu bilden, 1650

Sauerstoff; es waren aber im Ganzen 1507 Sauerstoff in dem Holze enthalten.

In der Voraussetzung, daß diese Pflanzen nun Wasser, Ammoniak und Kohlensäure enthalten hätten, haben wir:

gefundene Bestandtheile des Holzes

C	H	N	O
1754	213	33	1507.

C	1754	H^6	7	H^2 213 — 7 =	206
O	4591	N^2	33	O	1650
CO^2 =	6345	N^2H^6 =	40	H^2O =	1856

Aus $CO^2 = 6345$ $N^2H^6 = 40$ $H^2O = 1856$ ist dann Holz gebildet, worin

C	H	N	O
1754	213	33	1507.

Die Summe des Sauerstoffes von der Kohlensäure = 6345 und von dem Wasser = 1856 ist 4591 + 1650 = 6241; subtrahirt man hiervon die Quantität des Sauerstoffes, welche in die Quantität des Holzes aufgenommen wurde = 1507, so bleibt für die Menge Sauerstoff, welche durch die Blätter ausgestoßen wird, eine Quantität von 4734 Klgr. übrig; es ist in Folge dieser Versuche 1856 Klgr. Wasser von dieser Hectar Wald gebunden.

Ob die Pflanzen das Ammoniak als solches aufnehmen, ist noch durch keinen Versuch erwiesen und kann mithin nicht als eine Grundregel in der Wissenschaft gelten. Nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse zu urtheilen, scheint das Gegentheil stattzufinden; die kleinsten Mengen Ammoniak, welche in die Dammerde gelangen, werden daselbst durch die in derselben vorkommenden organischen Säuren sogleich gebunden und bilden damit in Wasser auflösliche Salze, welche durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden müssen. Die organischen Säuren fehlen in keinem guten und fruchtbaren

Boden und dürfen darin nicht fehlen; ihre Menge ist klein, sie ist zu klein, um die Kohlenstoffmenge den Pflanzen liefern zu können, aber groß genug, um den Stickstoff als Ammoniaksalze von fünf verschiedenen organischen Körpern zuzuführen.

Es ist nicht nöthig, noch näher darauf einzugehen, daß insofern wirklich der Stickstoff auf diese Weise an die Pflanzen gelangt, darum dennoch keine Spur von Ulmin-, Humin-, Gein-, Quellsatz- oder Quellsäure in den Wurzeln braucht gefunden zu werden und daß die weißen Wurzelfasern in der That nicht durch die braune Flüssigkeit gefärbt zu sein brauchen. Keine einzige Zelle in den jungen Wurzeln läßt die aufgesogene Flüssigkeit passiv hindurch; eine jede ist ein thätiges Organ, welches ebensowohl Stoffwechsel erleidet, als es Stoffwechsel veranlaßt.

Gehen wir von der wohlbewiesenen Thatsache aus, daß das Ammoniak nicht frei in einem guten fruchtbaren Boden enthalten sein kann, sondern unmittelbar mit einer der fünf organischen Säuren vereinigt wird, so wissen wir damit zugleich, daß das Ammoniak den Pflanzen niemals ungebunden dargeboten wird. Mit Kohlensäure, welche in dem Wasser eines fruchtbaren Bodens vorhanden ist, kann es nicht verbunden in die Pflanzen treten, weil ulmin-, humin-, gein-, quellsatz- und quellsaures Ammoniak nicht durch Kohlensäure zersetzt werden, sondern umgekehrt diese organische Säuren das kohlensaure Ammoniak zersetzen.

Es scheint mir damit bewiesen, daß alles Ammoniak, welches durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen wird, von jenen fünf Säuren des Bodens, sei es von einer oder von mehreren derselben zugleich gebunden, in die Pflanzen tritt, und daß es nicht in denselben circulirt, sondern nur in den äußersten Wurzelfasern, die es aufnehmen, existirt, um daselbst sogleich zersetzt und in neue Körper übergeführt zu werden.

Das Brachliegen der Länder *), wobei das sogenannte

*) Das Brachliegen der Felder ist als ein bekanntes Mittel der Beförderung der Fruchtbarkeit vielfach von den Gelehrten besprochen. Einige Ländereien

Unkraut untergepflügt wird und im Allgemeinen das Unterpflügen von bereits gebildeten, nicht stickstofffreien Körpern vermehrt aus dem Grunde in demselben Maße den Stickstoffgehalt des Bodens, weil sie mehr humusartige Körper liefern, welche das entstandene Ammoniak stark und unverändert zurückhalten, um es den später zu entwickelnden Pflanzen darzubieten. Dieses ist es vorzugsweise, weshalb die stickstofffreien organischen Körper in dem Boden für das Pflanzenwachsthum nöthig sind, um nemlich den Stickstoff als Ammoniak zu binden, obgleich sie natürlicher Weise zugleich auch die drei anderen organischen Elemente an die Wurzeln der Pflanzen abtreten.

Man denke sich eine Erdart, worin alle organischen Stoffe fehlen, so vermißt man darin alle Stoffe, welche nöthig sind, um das Ammoniak, sei es durch das Regenwasser oder durch

---

brauchen gar nicht, andere alle 7 bis 8, andere alle 4 bis 5 Jahre brach zu liegen. Der Boden verbessert sich, ohne daß etwas hinzugebracht wurde.

Die im Allgemeinen anzuerkennenden Gründe sind folgende:

Man entnimmt während dieser Zeit dem Boden nichts und versieht ihn im Gegentheil mit drei verschiedenen Stoffen. Es wachsen erstens eine Menge Pflanzen darauf, welche nachher untergepflugt werden. Die Pflanzen, welche Kohlensäure und Ammoniak aufgenommen und daraus neue Stoffe gebildet haben, hinterlassen diese organischen Stoffe, welche dann in Humusvermoderung übergehen, und den folgenden Pflanzen organische Säuren darbieten. Während diese Humusbildung vor sich geht, wird auch Ammoniak gebildet, und dieses wird durch die organischen Säuren gebunden, um im nächsten Jahre den Pflanzen dargeboten zu werden. Endlich saugen die Pflanzen, welche während dieser Zeit auf dem Boden wachsen, Wasser aus dem Grunde und zugleich mit demselben die darin gelösten Salze, das Wasser verdampft von der Oberfläche und so sammelt sich durch diese, indem sie beim Unterpflügen in der obersten Erdschicht wieder niedergelegt werden, eine viel größere Menge von organischen Salzen. Beim Brachliegen bereiten die als Unkraut auf den Feldern wachsenden Pflanzen den Boden für die nächste Ernte vor. Durch angesäeten Klee, welchen man nachher unterpflügt, wird der Boden gedüngt.

Man kann noch hinzufügen, daß während des Brachliegens Wasser vom Boden selbst verdunstet, und daß durch Capillarität eine Menge Salze in die Höhe gezogen werden, wenn nicht zu heftige Regengüsse sie wieder mit fortwaschen. Ein fernerer Grund ist der, daß alle Ueberbleibsel von organischen Materien, welche nicht vollständig zersetzt wurden, wie von der letzten Ernte untergepflugte Wurzeln, wenn das Land brach liegt, Zeit gewinnen, um zersetzt zu werden. Endlich werden die Silicate des Bodens, indem sie ein oder mehrere Jahre der Luft ausgesetzt werden, ohne durch Pflanzenernährung etwas zu verlieren, aufgeschlossen, und die Basen derselben für die nächste Ernte in einen in Wasser auflöslichen Zustand versetzt.

irgend eine andere Weiſe in den Boden gelangt, feſtzuhalten; als Beiſpiel könnte eine Erde von bloßem verwitterten Feldſpath dienen. Eine ſolche müßte dann bei niederfallendem ammoniakhaltigen Regenwaſſer das Waſſer mit dem Ammoniak nach unten hindurchlaſſen, um die Brunnen und Quellen zu ſpeiſen; bei Gegenwart von humusartigen Stoffen dagegen wird das Ammoniak unmittelbar mit denſelben verbunden, und die daraus entſtandenen Ammoniakſalze durch den Thonboden in den oberſten Feldſchichten zurückgehalten. Aus dieſem Grunde enthalten die Quellwaſſer von Orten, wo fruchtbares Land vorhanden, nur eine unbedeutende Menge Ammoniak, während ſie bei der Abweſenheit von organiſchen Stoffen in den oberſten Erdſchichten ſo viel Ammoniak enthalten müßten, als den oberſten Erdſchichten zugeführt oder in denſelben gebildet wird.

Man hat in den letzten Zeiten, einer ohne Weiteres angenommenen Gewohnheit folgend, den Werth des Düngers nach der Quantität Stickſtoffs geſchätzt, welchen ſie bei der Elementar-Analyſe geben. Dieſe Methode iſt durchaus zu verwerfen, ſie beruht auf dem unwahren Satze, daß alle ſtickſtoffhaltigen Körper durch Verweſen unmittelbar in Ammoniak, Kohlenſäure und Waſſer zerfallen: daß ſie hierin zerfallen, wenn ſie jahrelang die Zerſetzung befördernden Einflüſſen ausgeſetzt ſind, iſt bekannt; wenn wir nun auch nicht wiſſen, wie viele Jahre ſtickſtoffhaltige Körper zu ihrer Zerſetzung bedürfen, ſo wiſſen wir doch von vielen, daß ſie ſehr lange Widerſtand leiſten. So ſtellt man Morphin aus Opium dar, indem man dieſes verweſen läßt, und was noch wichtiger iſt, man bereitet das Leucin, einen Stoff, welcher 10,77 % Stickſtoff enthält (Bulletin 1838. p. 145.) dadurch, daß man Käſe faulen läßt. Käſe aber zerfällt nicht unmittelbar, ſelbſt nicht in einer ſehr langen Zeit, vielleicht auch nicht in vielen Jahren in Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer, ſondern giebt einen kryſtalliſirbaren Stoff, der kein Ammoniak enthält. Daſſelbe Reſultat, welches der Käſe giebt, iſt auch vielleicht von allen Proteinverbindungen mög-

lich, und da wir nicht wiſſen, wie viel Leucin auf dieſe Weiſe gebildet wird und außer demſelben noch zugleich andere nicht ammoniakhaltende Körper entſtanden ſein können, ſo iſt der Maßſtab für die Güte der Düngerarten nicht in dem Stickſtoffgehalte derſelben zu ſuchen, und man ſollte daher als Maaßſtab denſelben verwerfen.

Aus dieſem Grunde haben wir von den meiſten Stickſtoffbeſtimmungen von Bouſſingault, Payen und Anderen nichts bemerkt *).

*) Bouſſingault und Payen haben den Werth von Düngern (Ann. de Chim. et de Phys. Tom. 3. p. 65. und Tom. 6. p. 449.) nach dem darin enthaltenen Stickſtoff beſtimmt und dabei angenommen, daß die Güte eines Düngers der Quantität Stickſtoff, welche ſie enthalten, proportional ſei. Sie halten das in den Düngern enthaltene Ammoniak für den wirkſamen Beſtandtheil derſelben. Sie unterſuchten 93 verſchiedene Stoffe; ich übergehe dieſe mit Stillſchweigen, weil ſie uns über den Stickſtoff, mit dem wir es zu thun haben, den die Dünger wirklich den Pflanzen zur Nahrung bieten können, nichts lehren.

Dieſen Beſtimmungen ſtehen andere von Bouchardat gegenüber; nach dieſen ſollen kohlenſaures, zweifachkohlenſaures, ſalzſaures, ſalpeterſaures und ſchwefelſaures Ammoniak zu $^1/_{1000}$ den Pflanzen dargeboten, ſtarke Gifte ſein, und ſonach ſollen die Pflanzen auf dieſe Weiſe keinen Stickſtoff erhalten können. (l'Institut. No. 476. 1843. 9 Févr.)

Kuhlmann iſt wiederum gegen dieſen Schluß Bouchardat's, daß einige Ammoniakſalze, als $1^1/_2$ kohlenſaures, zweifachkohlenſaures, ſalpeterſaures, ſchwefelſaures Ammoniak den Pflanzen ſchädlich ſein ſollten, aufgetreten (Comptes rendus, 13. Novbr. 1843. pag. 1118.). Kuhlmann hat dieſe Angaben dadurch beſtimmt, daß er ein Stück Land in verſchiedene Theile theilte und jedes Stück im Frühjahr mit einer Auflöſung von folgenden Stoffen befeuchtete. Die Menge Stroh, welche ein Hectar Land produzirte, wurde dabei als Maßſtab genommen. Während ohne ammoniakaliſchen Dünger 4000 Kl. per Hectar an Stroh gewonnen werden, erhielt er mehr bei den folgenden Stoffen: Salmiak 1716, ſchwefelſaures Ammoniak 1233, ſalpeterſaures Ammoniak 800, Ammoniakwaſſer aus einer Gasfabrik mit Salzſäure gemengt 2300, Harn 2240, Auflöſung von Leim in Waſſer 2493; dieſe Flüſſigkeit enthielt $2^1/_2$ Procent unreinen Leim.

Aus dieſen Verſuchen folgt, daß aus der Atmoſphäre wohl Stickſtoff herbeigeführt wird, nur nicht genug, um eine gute Entwickelung der Pflanzen zu bewirken, und daß mit der Quantität hergebrachten Stickſtoffs die ganze Entwickelung der Pflanze in Verbindung ſteht, indem mit dem Ammoniakdünger auch zugleich mehr Kohlenſäure und mehr Stickſtoff aus der Luft in den Boden gebracht wurden, denn die Quantität Stickſtoff, welche einmal im Frühjahre in den Boden gebracht wurde, konnte nicht hinreichen um das große Uebergewicht zu geben. Es folgt daraus ferner, daß zugleich auch Kali, Kalkſalze, Phosphorſäure u. ſ. w. in demſelben Maße aufgenommen wurden.

Kuhlmann ſchließt daraus weiter, daß Liebig's Annahme, daß das Regenwaſſer mehr Ammoniak an die Pflanzen abgebe, als dieſe nöthig hätten, nicht mit dieſen Verſuchen übereinſtimme.

Die Ammoniakſalze befördern als ſolche nicht alle die Auflöſung der humusartigen Körper aus dem Boden, z. B. das Chlorammonium nicht, das kohlenſaure Ammoniak dagegen ſtark. Salze der Art können mithin durch bloße Vermittelung der Auflösbarkeit jener Stoffe dem Pflanzenwachsthum nicht nützlich ſein; es ſind aber im Boden viele Baſen in Form kohlenſaurer Salze vorhanden, z. B. kohlenſaurer Kalk und kohlenſaures Kali. Werden Ammoniakſalze, z. B. ſchwefelſaures Ammoniak, Chlorammonium und humusartige Körper, z. B. aus Zucker dargeſtellte Ulminſäure, welche nur ſchwierig auflösbar iſt, mit einem ſolchen kohlenſauren Salz, z. B. Kreide und Waſſer zuſammengebracht und digerirt, ſo tritt eine Wechſelzerſetzung ein, die Ulminſäure, Huminſäure u. ſ. w. werden durch Einwirkung des gebildeten kohlenſauren Ammoniaks aufgelöſ't. Schwefelſaures Ammoniak, Kreide, Ulminſäure und Waſſer geben nach einiger Digeſtion eine ſehr braune Flüſſigkeit, in welcher eine ſehr große Menge ulminſaures Ammoniak enthalten iſt; ein ähnliches Reſultat erhält man bei Anwendung von Chlorammonium, Kreide und Ulminſäure, nur enthält die Flüſſigkeit weniger Ulminſäure.

Er glaubt ferner, daß ſchwefelſaures Kali oder ſchwefelſaurer Kalk und Chlorcalcium und Chlorkalium aus dem Grunde von den Pflanzen aufgenommen werden, weil die Seepflanzen alle Kochſalz enthalten. Phosphorſaurer Kalk und Magneſia ſind nach Kuhlmann in kohlenſaurem Waſſer auflöslich.

Schattenmann hat (daſ. pag. 1118.) ähnliche Reſultate über Anwendung von ſchwefelſaurem, phosphorſaurem und ſalzſaurem Ammoniak mitgetheilt; er hat dieſe Salze mit Vortheil als Dünger bei Gerſte und Hafer angewandt.

Bouſſingault (Comptes rendus. 20. Novbr. 1843 pag. 1153.) iſt der Meinung, daß die Seepflanzen das Chlor nicht im Verhältniß zum Natrium enthalten; er glaubt mit Kuhlmann den Satz aufſtellen zu müſſen, daß die Ammoniakſalze durch Wechſelzerſetzung mit kohlenſaurem Kalk, Kali und Natron kohlenſaures Ammoniak bilden und dieſes den Pflanzen darbieten.

Eine vergleichende Unterſuchung von verſchiedenen ſtickſtoffhaltigen Salzen in Bezug auf ihr Düngungsvermögen hat Chatterton angeſtellt (Phil. Mag. Juny. 1843). Er hat ſchwefelſaures Ammoniak, ſalpeterſaures Ammoniak und ſalpeterſaures Kali dazu angewandt. Als Reſultat theilt er mit, daß die ſtickſtoffhaltenden Salze wirklich den Pflanzen als Nahrung dienen, im Verhältniß als ſie Stickſtoff enthalten.

Wenn man mithin schwefelsaures Ammoniak oder Salmiak zur Düngung anwendet, so wird das Ammoniak in der That durch Vermittelung der kohlensauren Salze des Bodens in ulminsaures Ammoniak u. s. w. umgesetzt, um diese letztere auflösliche Verbindung den Pflanzen darzubieten; selbst in diesem Falle also reichen Ammoniak und die im Boden erzeugten Säuren sich die Hand, um in ihrer Gesammtheit den Pflanzen Nahrung zu bieten. Wo mithin humusartige Stoffe überflüssig im Boden vorhanden sind, können anorganische Ammoniaksalze des Düngers nicht als solche in die Pflanzen gelangen.

Aus dem Einen wie dem Andern folgt, daß, wenn überhaupt ein Theil Ammoniak des Bodens mit anorganischen Säuren verbunden in die Pflanzen dringt, die größte Menge desselben immer in Verbindung mit organischen Stoffen in dieselben tritt; in dieser Beziehung müssen diese letzteren von ganz besonderer Bedeutung erscheinen.

Um das kohlensaure Ammoniak, welches beim Verfaulen von thierischen Körpern sich verflüchtigt, wenn diese als Dünger angewandt werden, zurückzuhalten, hat man mancherlei anempfohlen. Schattenmann (Comptes rendus, 8 Juillet 1844 pag. 114. und Annal. de Chim. et de Phys., Janv. 1842, pag. 116.) theilt günstige Berichte über die Anwendung des Eisenvitriols in dieser Beziehung mit, wodurch schwefelsaures Ammoniak und Eisenoxyd gebildet und somit das Ammoniak gebunden wird; es reicht hin, den Düngerhaufen mit Eisenvitriollösung zu übergießen. Er empfiehlt, dieses auch auf Excremente anzuwenden, wodurch außerdem, daß das Ammoniak gebunden wird, auch zugleich der unangenehme Geruch beseitigt wird, indem sich Schwefeleisen bildet; ein Mittel, welches man bei uns (in den Städten) mit Vortheil anwenden sollte, wo man die Excremente dann und wann aufräumen muß.

Um das Ammoniak zu binden, hat man auch verdünnte Schwefelsäure empfohlen, in der Meinung, darin ein Dün-

gungsmittel zu finden, weil dadurch die gebundene Menge an Ammoniak ansehnlich vermehrt wird, allein man empfiehlt gegenwärtig zu viel Stoffe als Dünger. In einem solchen Boden, worin die fünf organischen Säuren im Ueberschuß enthalten sind, braucht man keine Schwefelsäure, um das Ammoniak zu binden.

Nach Daubeny (Athenäum. 14. Aug. 1841, und Bibl. Univ., Novbr. 1841, p. 410) können auch salpetersaures Kali und Natron Stickstoff an die Pflanzen abtreten und sind diese Körper mit unter denjenigen Stoffen aufzuzählen, die für manche Pflanzen nützlich sind. Es sind also Salze, die entweder in den Pflanzen oder in der Dammerde zersetzt werden müssen; die Anwesenheit von Salpeter in Tabak und anderen Pflanzen macht beides wahrscheinlich.

In den letzten Jahren hat man den Guano vielfach als Dünger empfohlen; dieser enthält eine veränderliche Menge von harnsaurem Ammoniak nebst einigen anderen Stoffen, z. B. phosphorsaure, kohlensaure und oxalsaure Salze. Das harnsaure Ammoniak ist der Hauptdüngerstoff in demselben und in Folge dessen ist der Guano eine der besten Düngerarten. Ist er der beste Dünger? Es ist auffallend zu sehen, wie eine solche Neuigkeit als etwas Besonderes von so Vielen aufgenommen wird und es müßten Diejenigen, welche täglich eine so große Menge von harnsaurem Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak in den Excrementen von Menschen und Thieren wegwerfen, es billiger Weise erkennen, wie verkehrt es ist, den Guano von Peru für viel Geld anfahren zu lassen. So lange man den Harn nicht zur Düngung verwendet und nicht mehr Sorgfalt auf das Aufsammeln der Excremente von Menschen und Thieren verwendet, braucht man auch keine Excremente von Vögeln aus der stillen Südsee anfahren zu lassen *); wobei man sich noch obendrein Betrügereien aussetzen muß, wozu der Guano so viel-

*) Fourcroy und Vauquelin haben eine Analyse davon gemacht, Annal. de

fache Gelegenheit giebt; man sollte den Landbau vor Betrug schützen, und nicht durch die Uebelstände der Wissenschaft auf solche Weise, wie es mit dem Guano geschieht, beschweren. Als ob man das Ammoniak aus der stillen Südsee müßte kommen lassen! Man verstehe mich wohl: »ich behaupte nicht, daß Guano kein guter Dünger sei, sondern nur, daß man seiner nicht bedarf.«

Diejenigen, welche es nicht besser wissen, trifft auch kein Vorwurf, nur muß man bedauern, daß sie so von Denjenigen verleitet werden, die es allerdings besser wissen, die aber, um sich Geld und einen Namen zu erwerben, von der Unkunde ihrer Zeitgenossen einen schändlichen Mißbrauch machen. Ich habe aus dem Grunde, so weit ich es konnte, gegen den Guanobetrug gekämpft, und scheue mich nicht, davor wie vor einer schändlichen Mißleitung zu warnen. Dasselbe Urtheil scheue ich mich nicht über die vielen Fabriken von künstlichem Dünger zu fällen, wovon man gegenwärtig immer mehr hört. Ein jeder Boden, eine jede Pflanze erfordert ihre eigenen unorganischen Stoffe, man kann keinen allgemeinen Dünger dafür zusammensetzen; das Ammoniak kann man in den Excrementen von Menschen und Thieren finden, und was die organischen Bestandtheile anbetrifft, so ist es glücklicher Weise eine allgemeine Eigenschaft der meisten gewöhnlich vorkommenden organischen Stoffe, daß sie beim Verwesen in die vielmals genannten fünf organischen Säuren des Bodens zerfallen, man braucht mithin keine Fabriken dafür zu errichten. Es gereicht dem Gelehrten nicht zur Ehre, die älteste Kunst um ihren einfachen und natürlichen Zustand, und auf das Terrain irriger Ansichten zu bringen; es ist indessen Hoffnung, daß die Anhänglichkeit der Landleute an das Alte verhindern wird, daß dieses Uebel weiter um sich greift.

Chim. Tom. 56. pag. 239. Liebig und Wöhler, Annal. der Chem. und Pharm. 1842.

Girardin und Bidard, Annal. de Chim. et de Phys. Janv. 1844. pag. 113. Payen und Bouffingault, das. Févr. pag. 287.

Was vorhin über organische Nahrung der Pflanzen, über Kohlensäure, Wasser und Ammoniak gesagt ist, läßt sich kurz auf folgende Weise ausdrücken.

Die Fettpflanzen (vetplanten), viele Moose u. s. w. leben von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; sie sind wenig stickstoffhaltende Pflanzen.

Die Blätter zersetzen die Kohlensäure, welche sie aus der Luft aufnehmen und bilden unter Abscheidung des Sauerstoffes mit den Elementen des Wassers stickstofffreie Pflanzenstoffe.

Es ist nicht bekannt und sogar unwahrscheinlich, daß die Blätter Ammoniak aufnehmen, im Gegentheil ist es aus dem Einfluß ammoniakalischer Düngerstoffe auf das Pflanzenwachsthum wahrscheinlich, daß das Ammoniak den Pflanzen durch die Wurzeln zugeführt wird.

Indem in den Blättern stickstofffreie Stoffe aus der Atmosphäre gebildet werden, gelangt jährlich eine Menge organischer Stoffe durch das Abfallen derselben zum Boden, welche daselbst in humus- oder quellsäureartige Körper, also Körper von sauren Eigenschaften, verwandelt werden.

Diese Stoffe binden das Ammoniak und treten mit demselben durch die Wurzeln als Ammoniaksalze in die Pflanzen.

Ohne es überhaupt abzusprechen, daß durch die Blätter etwas Ammoniak und durch die Wurzeln etwas Kohlensäure aufgenommen wird, welches letztere man auch nicht leugnen kann, tritt doch die Hauptmenge von Ammoniak und das Wasser durch die Wurzeln und die Hauptmasse von Kohlenstoff durch die Blätter in die Pflanzen.

Die Theile der Knospe sind in Bezug auf die Atmosphäre den Fettpflanzen (vetplanten) und den Moosen vergleichbar, sie leben größtentheils auf Kosten der Atmosphäre, wir dürfen sie als selbstständige Pflänzchen betrachten, welche auf dem Stamme, wie auf einem fruchtbaren Boden stehen; die selbstständigen Pflänzchen (die Ausläufer der Knospe, die Blätter) sind die Condensatoren für die Kohlensäure der Luft, sie fallen ab, ver-

faulen, und ein großer Theil ihrer Subſtanz bindet das Ammoniak aus dem Boden, um damit in die Wurzeln der Pflanzen einzudringen.

Die organiſchen Ammoniakſalze liefern hauptſächlich die ſtickſtoffhaltenden Pflanzenſtoffe, das Protein nebſt deſſen Ableitungen, und wenn ſie überhaupt auch keinen Dienſt weiter hätten, ſo würden ſie dennoch aus dieſen einfachen Gründen unentbehrlich zu nennen ſein.

Die Ausläufer der Knospen (die Pflänzchen des Stammes, die Blätter) entnehmen die ſtickſtoffhaltenden Stoffe aus dem Stamme, ſowie der Stamm ſie aus der Wurzel, und die Wurzel ſie aus dem Boden nimmt.

Das Condenſiren und Zerſetzen der atmoſphäriſchen Kohlenſäure in den Blättern; die Bildung von ſtickſtofffreien Körpern in den Blättern aus dieſer Kohlenſäure und dem Waſſer; das Abfallen, Verweſen der Blätter zu Humusſäure oder Quellſäure; die Bildung von Ammoniak in dem Boden aus den Beſtandtheilen der Luft und des Waſſers; die Verbindung der beiden letzteren zu humus- und quellſauren Ammoniakſalzen; das Eindringen derſelben in die Pflanzen durch die Wurzel; die Bildung von ſtickſtoffhaltenden Körpern aus jenen in den Wurzeln; das Aufſteigen dieſer letzteren in die Blätter und Früchte; das Niederſteigen eines Theils derſelben mit den Producten zerſetzter Kohlenſäure aus der Luft, die Holzbildung; das Abfallen und Verweſen der Blätter u. ſ. w. »Dieſes iſt der ganze Cyklus des Pflanzenreichs. Wenn dieſe Sätze richtig ſind, ſo folgt:

1) Die Pflanzen leben auf Koſten der Atmoſphäre, was das Gewicht ihrer Beſtandtheile betrifft.
2) Die Pflanzen können nicht allein durch die Beſtandtheile der Luft, ſo wie ſie in derſelben vorhanden ſind, ſich erhalten.
3) Die Knospenausläufer nehmen Kohlenſäure und Waſſer auf und leben ebenſo, wie die Fettpflanzen (vetplanten).

4) Die Wurzeln bereiten die stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe, welche von da in die Knospen übergehen.

5) Für alle im Boden vegetirenden Pflanzen ist organische Nahrung unentbehrlich und man wird überall, wo man in der Landwirthschaft von diesem Naturgesetze abweicht, durch die Resultate lernen, wie verkehrt es ist, auf unbewiesene Grundlagen hin die alte Kunst zu erneuern.

IX. Verwandlung der Nahrungsstoffe in den Pflanzen.

Ursachen der Veränderungen der aufgenommenen Nahrungsstoffe.

Die Flüssigkeit, welche verschiedene Pflanzen durchströmt, ist sehr verschieden. Dieser Unterschied rührt nicht von der Art der Nahrung, so wie sie ursprünglich den Pflanzen dargeboten wird, sondern von der Bereitungsweise, welche in den äußersten Wurzelenden statthat, her. Die äußersten Wurzelenden von verschiedenen Pflanzen enthalten verschiedene Producte derselben von außen aufgenommenen Materien; verschiedene Producte der Einwirkung von in den Pflanzen bereits gebildeten Stoffen auf die von denselben aufgenommene Nahrung. Es ist mithin die Grenze der Wurzelenden vorzugsweise der Ort, wo die Nahrung verarbeitet wird.

Es ist nothwendig, weiter zu verfolgen, auf welche Weise diese Veränderung in den äußersten Wurzelenden vor sich geht und wie sie ferner in den übrigen Pflanzentheilen zu Stande kommt.

Was das Erste anbetrifft, so ist es bekannt, daß die Wurzelfasern der Pflanzen in ihrer Länge zunehmen und durch Anheftung von neuen Zellen einen größeren Umfang gewinnen; daß dieses aus den Stoffen, oder wenigstens un-

ter dem Einflusse derjenigen Stoffe, welche die Wurzelenden umgeben, geschieht; daß diese Wurzelenden, welche selbst im Stande sind, an Umfang zuzunehmen, neue Zellen zu bilden, deshalb sehr thätige Pflanzentheile sind, durch welche die Flüssigkeiten des Bodens keinenfalls auf dieselbe Weise, wie in Haarröhrchen aufsteigen, oder als bloß durchschwitzend sich von einer Zelle in die andere fortbewegen können; daß im Gegentheil von allen denjenigen Theilen, durch welche Flüssigkeiten strömen, meistens eine Thätigkeit ausgeht, welche sich auf die chemischen Bestandtheile der aufgenommenen Flüssigkeit überträgt; es wird eine Tension von ersteren ausgeübt, welche auf die letztere zurückwirkt, oder wenn man will, eine Bewegung von den ersteren den letzteren mitgetheilt.

Diese allgemeine Wahrheit, welche in der Natur, wo ein jedes Molecul ein Centrum von Wirkung werden kann, keine Ausnahme erleidet, ist vom größten Gewicht, um sich von den Metamorphosen der durch die Pflanzen aufgenommenen Stoffe eine allgemeine Vorstellung zu bilden. Jedenfalls geht von einer jeden Zelle, durch welche Flüssigkeiten strömen, stets eine Wirkung aus; von allen denjenigen aber, in welchen Stoffe, die in fortwährender Zersetzung sich befinden, gefunden werden, oder welche daraus bestehen, muß eine solche Wirkung ausgehen und muß der Einfluß auf alle solche Körper, welche dafür empfänglich sind, zurückwirken, welches im ersten Kapitel zur Genüge entwickelt ist.

Geht man von diesem Gesichtspunkte aus, so öffnet sich ein weites Feld für die Untersuchung. Jedes einzelne Gefäßsystem der Pflanzentheile, der einzelnen Organe, welche sie enthalten, müßten zerlegt und auf ihre Bestandtheile genau untersucht werden, müßten namentlich in solcher Weise chemisch untersucht werden, daß man daraus ihren Einfluß auf andere Körper, mit welchen sie in Berührung kommen, erkennen kann, und man müßte damit diejenigen Stoffe in Verbindung bringen, welche in jenen Organen selbst erzeugt werden. In

dieser Art und Weise ist die Pflanzenphysiologie überhaupt noch nicht ausgeübt und dennoch ist dieses der einzige Gesichtspunkt, von welchem aus man einmal Licht über die Metamorphosen der Stoffe dieses schönen Naturreichs zu erwarten hat.

Alles, was man Zelle nennt und was auch wirklich Zelle ist, enthält deshalb nicht dieselben wirkenden Stoffe; es geht nicht jederzeit derselbe Einfluß von einem Theile auf den anderen, von dem Zelleninhalt auf diejenigen Materien, welche in angrenzenden Zellen enthalten sind, aus. Weshalb bringen sonst die Mohnköpfe eine Reihe von Pflanzenbasen hervor, welche vielleicht einen und denselben Grundstoff gemein haben und niemals in anderen Theilen der Pflanzen gefunden werden? Wodurch entsteht aus den Grundstoffen der Pflanzen in dem Fruchtgehäuse die Mannichfaltigkeit von Erzeugnissen? Wodurch anders, als durch Verschiedenheit in denjenigen Stoffen, welche ursprünglich in den Zellen des Fruchtgehäuses vorhanden waren, Stoffe, welche von den allgemeinen Bestandtheilen abstammend, im Stande sind, solche eigenthümliche Producte unter den Umständen, in welchen sie sich befinden, zu liefern. Die Untersuchung dieser Stoffe muß einmal die Grundlage aller genauen Kenntnisse der Metamorphosen der den Pflanzen dargebotenen und von denselben verarbeiteten Nahrungsstoffe werden.

In dem Kapitel über chemische und organische Kräfte ist dargethan, daß alle solche Materien, deren Bestandtheile sich nicht im völligen Gleichgewicht unter einander verbunden finden — und dieses ist nur selten der Fall — auf einige Stoffe, welche mit jenen in Berührung kommen, eine Wirkung äußern müssen, daß vorzugsweise in solchen Fällen, wo die Stoffe im Entstehen oder in Zersetzung begriffen sind, sich eine Thätigkeit auf andere überträgt, d. h. daß auch diese chemisch verändert werden. In dem, was früher über die Gährung gesagt ist, ist dieses zur Genüge auseinandergesetzt.

Wenden wir die an jenem Orte angegebenen Sätze auf die Umsetzung der durch die Pflanzen aufgenommenen Nahrungsstoffe an, auf die chemische Veränderung, welche die durch die Pflanzenzellen dringenden Flüssigkeiten erleiden, so haben wir darin eine wahre Grundlage, auf welche eine bessere phyto-chemische Wissenschaft gegründet werden kann. Der Inhalt der Zellen, namentlich der jungen, die Wände mancher Zellenreihen selbst, bestehen nicht überall aus unveränderlichen Stoffen. Sind sie nicht bloß veränderlich, sondern in einem stets verändert werdenden Zustande und enthalten sie in diesem Zustande Stoffe, welche mit ihnen in Berührung kommen, d. h. enthalten sie solche Stoffe, welche noch nicht in ein chemisches Gleichgewicht getreten sind, oder worin dasselbe stets mehr und mehr gestört wird, so muß sich diese Thätigkeit immer mehr und mehr auf andere Körper übertragen, ebenso wie sich die stete Veränderung von dem Ferment auf Zucker, welcher durch diese Thätigkeit ergriffen wird, überträgt. Ebenso wenig aber wie das Ferment, welches in stets verändertem Zustande sich befindet, alle erzeugten Körper verändern kann, so z. B. nicht das Amygdalin, welches dagegen durch Synaptase zersetzt wird, ebenso wenig mögen auch die Stoffe der Pflanzenzellen alle durch dieselben strömenden Stoffe chemisch umsetzen, ebenso wenig mögen die Molecule des Zelleninhaltes, welche in chemischem Wechsel sich befinden, alle mit ihnen in Berührung kommenden Materien zu einem Wechsel veranlassen. Die Wirkung selbst muß je nach der Art der Stoffe, von welchen sie herrührt, verschieden sein, die Wirkung aber, welche sich überträgt, muß je nach der Empfänglichkeit der zu verwandeluden Stoffe anders ausfallen.

Beabsichtigen wir daher jemals einige Kenntnisse von der Art und Weise, wie die unzähligen Stoffe des Pflanzenreichs zu Stande kommen, zu erlangen — und wie können wir an der Erreichung dieses Zieles zweifeln? — so muß diese Kenntniß in der Aufsuchung der Stoffe, von welchen die Wirkung

ausgeht, begründet werden. Es muß eine chemische Verschiedenheit überall da herrschen, wo aus einer und derselben Flüssigkeit bald Fett oder Stärke, bald Zucker, bald wiederum eine Pflanzenbase oder ein flüchtiges Oel gebildet wird. Es muß ferner mit der chemischen Kenntniß der Organe und des organischen Baues der Pflanzen eine Untersuchung der durch Pflanzen strömenden Flüssigkeiten verbunden werden, damit aus der Kenntniß der mit den in Zersetzung begriffenen Stoffen in Berührung gebrachten wiederum dargethan werden könne, auf welche Weise die neuen Producte aus den vorhandenen Stoffen haben entstehen können.

Daß man niemals ein anderes als empirisches Band zwischen den Körpern, welche erzeugen, aus welchen erzeugt wird und welche erzeugt werden, finden wird, daß man niemals wird nachweisen können, warum gerade diese Stoffe diese Producte, jene wiederum andere liefern, versteht sich leicht; allein es ist gerade diese empirische Kenntniß, welche die Basis der wahren Naturwissenschaft ausmacht und von welcher wir in der Phytochemie noch nicht einmal einen ersten Anfang sehen; es ist diese empirische Kenntniß, welche allein die Grundlage der anorganischen Chemie ausmacht, und es kann mithin auch die organische keine andere haben.

Aehnliche Ursachen, als diejenigen, welche im thierischen Organismus thätig sind, gelten auch im Pflanzenreiche.

Die Pflanzen, indem ihnen das System fehlt, welches die Flüssigkeiten bei den Thieren circuliren läßt, ein System von Röhren, welche jene chemische Wirkung auf die durchströmende Flüssigkeit ausüben, lassen die in Auflösungen befindlichen Stoffe von Zelle zu Zelle durch. Ueberall aber, wo ein Durchlassen stattfindet, ist nicht zugleich Wirkung, oder dieselbe Wirkung vorhanden. Die Veränderung der Zellen ist hier von großem Einflusse und noch viele andere Umstände, so daß die Metamorphose der Pflanzenstoffe nur im Allgemeinen angegeben werden kann. Es mag genügen zu be-

merken, daß dieselben Grundursachen, welche im thierischen Organismus statthaben, auch im Pflanzenreiche nothwendig wirksam sind, nämlich eine Wirkung, welche von gewissen allgemeinen Materien ausgeht und auf andere zurückwirkt, eine wahre chemische Wirkung also; und daß, ebenso wie im thierischen Organismus, die aus den Capillargefäßen tretende Flüssigkeit unter dem Einflusse in Veränderung begriffener Stoffe, chemisch erregt und mancher ihrer Bestandtheile modificirt wird, dieses auch in den Pflanzenzellen ebenso geschieht; daß ferner, ebenso wie die Erzeugnisse aus einer und derselben Flüssigkeit im Thierreiche, je nach den Organen, in welche die Flüssigkeit tritt, oder die Erzeugnisse verschiedener Flüssigkeiten nach der Beschaffenheit derselben verschieden sind, dieses ebenso bei den Pflanzen der Fall ist. Die Speicheldrüsen und die Nieren empfangen beide arterielles Blut und bringen verschiedene Producte und zwar aus dem Grunde zu Wege, weil die Speicheldrüsen von den Nieren verschieden sind, weil dasselbe arterielle Blut in den Speicheldrüsen und den Nieren verschiedenen in Zersetzung begriffenen Materien ausgesetzt ist. Dasselbe gilt von solchen Pflanzensäften, welche durch verschiedene Zellensysteme dringen. Die Leber scheidet andere Stoffe aus, während sie Pfortaderblut erhält, als wenn sie allein arterielles Blut erhielt. Dasselbe gilt für diejenigen Pflanzenzellen, durch welche verschiedene Flüssigkeiten strömen.

In unsrer jetzigen Wissenschaft ist oft die Rede von solchen Organen, welche neue Zellen zu Stande bringen. Es verdient dieser Gegenstand, daß wir uns einen Augenblick damit beschäftigen.

Ohne allen Zweifel ist alle chemische Thätigkeit innerhalb oder außerhalb der organischen Natur eine Molecularwirksamkeit, eine solche, welche von Moleculen ausgeht und auf Molecule sich erstreckt. Organe an und für sich als eine Verwebung verschiedener elementarer Formen, mögen die Art

und Weise, in welcher diese Stoffe angeordnet sind, modificiren. Organe können keine chemische Thätigkeit haben, weil chemische Thätigkeit nichts Anderes ist, als eine Aeußerung eines Molecularzustandes, welchen sie von Organen nicht empfangen können. Organe erzeugen keine chemische Thätigkeiten, sondern sie sind Vermittler derselben. In diesem Sinne wünsche ich das Wort Organ aufgefaßt zu sehen, so weit ich mich desselben bediene.

Der Begriff der Erzeugung neuer chemischer Körper, mögen sie eine Form oder keine angenommen haben, stützt sich deshalb auf den Begriff von Molecularwirkung.

Wenn wir einen Blick auf die einfacheren und niederen Pflanzen eigenthümlichen Stoffe und auf die in Pflanzen höherer Ordnungen vorkommenden Materien werfen, so bemerken wir eine wesentliche Verschiedenheit. Ebenso nehmen wir eine große Verschiedenheit in den Stoffen, welche verschiedenen Thierklassen eigen sind, wahr; nur in geringerem Maße als dieses bei den Pflanzen statthat. Es ist dieses ein Unterschied, welcher durch Verschiedenheit der Organe, welche dieselben Nahrungsstoffe der Pflanzen unter durchaus verschiedene Bedingungen stellen und in Folge dessen in verschiedene Lage unter einander bringen, bedingt ist. Ebenso verhält sich dieses bei den Thieren.

Zwischen Thier und Pflanze ist in Ansehung der Stoffe, welche sie enthalten, ein großer Unterschied. Leim kommt in den Pflanzen nicht vor; Cellulose findet man nicht bei den Thieren *); Chondrin findet man nicht bei den Pflanzen, Stärke, Gummi nicht bei den Thieren; Hämatin findet man nicht bei den Pflanzen und Pflanzenalkalien nicht bei den Thieren. Ueberhaupt findet man bei den Thieren nur wenige besondere Körper, welche nicht zu den Secreten gehören und im engeren Sinne keine Bestandtheile des Körpers sind, wäh-

*) Schmidt (zur vergleichenden Physiologie 1845 S. 26) fand Cellulose in Ascidia mamillaris und Frustulia salina.

rend man in den Pflanzen noch eine Menge von besonderen Stoffen als: flüchtige Oele, Harze, Gummi, Säuren, indifferente, stickstoffhaltende Stoffe u. s. w. antrifft, mit einem Worte eine unzählige Menge verschiedener Dinge, welche gewiß zum großen Theil mit zu den Secreten gehören.

Bei den Thieren finden wir eine Einfachheit der Zusammensetzung, welche wir nicht bei den Pflanzen antreffen, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die Stoffe lenken; umgekehrt keine Einfachheit in der Organisation bei den Thieren, aber eine einfache Organisation bei den Pflanzen. Wir finden mithin ein umgekehrtes Verhältniß zwischen Organisation und Materie des Thierreiches und des Pflanzenreiches. Die Gründe hiervon finden sich sehr natürlich. Wo eine und dieselbe Flüssigkeit im Kreise, durch das Herz getrieben, herumströmt und sich in den Pulsadern vorwärts und in den Adern nach demselben Herzen zurückbewegt, da kann man auch nur eine geringe Anzahl verschiedener Stoffe antreffen, während da, wo ein jeder Theil beinahe eine besondere Selbstständigkeit hat, wo also in jedem Falle keine unmittelbare, sondern eine vermittelte Abhängigkeit unter den einzelnen Theilen besteht, wo gar kein Kreislauf einer und derselben Flüssigkeit durch das ganze Wesen stattfindet, eine große Verschiedenheit der Stoffe gefunden werden muß. Hieraus erklärt sich, weshalb durch complexe Organisation bei den Thieren eine Einfachheit der Bestandtheile im Organismus bedingt wird.

Aus eben dem Grunde, weil die Organisationen der Thiere und der Pflanzen so sehr verschieden sind, sind auch die Functionen derselben so sehr von einander abweichend, daß sie kaum mit einander verglichen werden können. Das Circulationssystem, das Respirationssystem, der Magen und der Darmkanal, die Leber, die Nieren, aber vor Allem das Hirn und die Nerven, wovon man bei den Pflanzen keine Spur findet, ziehen zwischen Thier und Pflanze eine scharfe

Grenze, und so wie sie mehrere Lebensverrichtungen mit einander gemein haben, Stoffe aufnehmen und verarbeiten, einige erzeugen, die von gleicher Art sind, so sind Thiere und Pflanzen in den übrigen Lebensverrichtungen verschieden.

Man hat in den letzten Jahren wiederholt das Naturgesetz ausgesprochen, daß die Pflanzen die organischen Stoffe bereiteten und daß die Thiere sie verbrauchten. Ein Blick auf das Capitel, in welchem die Formbestandtheile behandelt sind, widerlegt diesen Satz und zeigt uns, daß dieses Gesetz nicht gültig ist. Es gehört dasselbe zu den neuen Naturgesetzen, nicht zu den alten; an neuen ist unsere Zeit sehr reich.

Der Hauptcharakter des organischen Reiches liegt in einem ununterbrochenen Stoffwechsel derjenigen Materien, welche es einschließt. Wenn uns im Pflanzenreiche ein in steter Umsetzung begriffener Stoff bekannt wäre, so hätten wir wenigstens einen Punkt, von welchem wir zur Erklärung des Stoffwechsels ausgehen könnten. Es ist nicht die Frage, ob man, von dem Wechsel dieses einen Stoffes ausgehend auch die Entstehung der übrigen genau verfolgen könnte; es würde schon sehr viel gewonnen sein, wenn man nur mit Sicherheit eine Grundursache nachweisen könnte. In der Meteorologie zweifelt Niemand mehr daran, und es war eine wichtige neuere Entdeckung, daß die Sonnenwärme die alleinige Grundursache des Witterungszustandes ist, während Niemand im Stande ist, einer jeden Veränderung, welche unumstößlich darin begründet ist, auf der Spur zu folgen.

Die Kenntniß eines Stoffes, welcher an und für sich in einem steten Wechsel sich befindet, und im Pflanzenreiche allgemein vorkäme, müßte von großer Bedeutung sein. Ein organisches Wesen der Art könnte dann als ein Focus von Wirkung betrachtet werden, und aller Stoffwechsel, der durch dasselbe veranlaßt würde, möchte dann wiederum ein neuer Mittelpunkt neuer Thätigkeiten genannt werden. Wäre, mit anderen Worten, der Wissenschaft im Pflanzenreiche ein Stoff

bekannt, welcher stets in einem Zustande des Stoffwechsels sich befände, so wäre eine kräftige Stütze für die Anschauung der Lebensthätigkeit in dem Sinne, als wir sie auffassen möchten, gegeben (1. Capitel).

Mit viel Grund kann man im Pflanzenreiche dieselbe organische Materie, welche wir im Thierreiche als erste Grundursache einer chemischen Thätigkeit ansehen, auch im Pflanzenreiche als solche betrachten; es ist diese die complere Gruppe, welche wir Protein nennen.

Mit Unrecht sagt man, daß dieses von den Pflanzen bereitet und von den Thieren verbraucht werde, denn so weit es richtig ist, daß die Pflanzen es bereiten und die Thiere wahrscheinlich nicht, sondern es verbrauchen, eben so verbrauchen auch in demselben Sinne die Pflanzen einen beträchtlichen Theil desselben.

Die von Payen in den Wurzelausmündungen gefundene stickstoffhaltige Substanz ist ohne Zweifel eine Proteinverbindung, welche noch unbekannt ist; allein es ist dieses für unsern gegenwärtigen Zweck auch gleichgültig, da alle Proteinverbindungen die Eigenschaft haben, unter solchen Umständen, wo sich Stoffwechsel in den Pflanzen zeigt, zersetzt und in neue Körper verwandelt zu werden. Diese Substanz wird wahrscheinlich nur in den Fibrillen bereitet. Gewiß ist wenigstens, daß sie da bereitet wird, denn sie wird daselbst gefunden. Daß die Pflanzenalkalien, das Chlorophyll und die anderen Stickstoff enthaltenden Körper ihren Stickstoff aus diesem Protein erhalten, ist ebenso wahrscheinlich, als daß das Chondrin und der Leim bei den Thieren ihren Stickstoff aus dem Protein empfangen. Diese Materie muß ferner überall, wo sie durch ihre Zersetzung die Ursache von Wirksamkeit wird, an Menge abnehmen, indem aus ihren Bestandtheilen Ammoniaksalze entstehen oder Ammoniak frei wird. (Man sehe Pflanzenausdünstung.)

Payen *) fand die stickstoffhaltige Substanz überall in den Pflanzen, nur in sehr verschiedener Quantität. Bei der Abhandlung der Formbestandtheile der Pflanzen (7. Cap.) haben wir sie ebenfalls vielfach angetroffen und außerdem wissen wir, daß sie sehr häufig als Zelleninhalt angetroffen wird. Dieses allgemeine Vorkommen deutet auf eine allgemeine Function derselben, und diese kann, abgesehen von derjenigen, welche in dem Samen und in anderen Theilen zurückbleibt, keine andere sein, als eine Ursache von Stoffwechsel darzubieten.

Es verdient eine besondere Berücksichtigung, daß die stickstoffhaltige Substanz an den Spitzen der Wurzelfasern bereitet und an anderen Orten wieder verbraucht wird. In dieser Hinsicht stehen die Wurzelfaserzellen den übrigen Pflanzenzellen gerade gegenüber nud sie verdienen deshalb eine besondere Erwägung.

Sind diese Wurzelfasern so ganz und gar eigenthümliche Organe? Keinenfalls sind sie das, sie sind auch nur Zellengruppen, in welchen, so weit es die Form anlangt, nichts Besonderes zu bemerken ist. Aber sie stehen unter ganz anderen Verhältnissen, und durch diese sind sie den übrigen Pflanzenzellen gerade gegenüber gestellt. Der Inhalt der Fibrillzellen ist im Zustande von Umsetzung begriffen und wird mit gleichfalls im Zustande von Umsetzung begriffenen Stoffen gemengt, welche aus dem Boden in dieselben treten, und es müssen durch diese Vermengung nothwendig Stoffe zum Vorschein kommen, welche nirgends weiter in den Pflanzen bereitet werden können, weil dieselben Bedingungen in keinem andern Pflanzentheile statthaben können. Da nur an den äußersten Wurzelenden Protein gefunden ist, und dieses nirgends woher herzugeführt sein kann, so muß dieses unmittelbar aus den organischen Ammoniaksalzen des Bodens gebildet

*) Mém. sur les développements de végétaux, p. 17.

sein. Aus diesem Grunde nannte ich die organischen Stoffe des Bodens ihm entbehrliche Stoffe.

Von hier aus wird das Protein durch die ganze Pflanze hindurchgeführt, aber nicht ohne hier oder da verändert und in seiner Menge vermindert zu werden, und zur Bildung neuer Producte die Veranlassung zu geben. Zum Theil wird es in einem im Wasser löslichen Zustande unverändert nach den Spitzen der Pflanzen, um daselbst in den Blättern oder den Früchten niedergelegt zu werden, fortgeführt, zum Theil wird es umgesetzt und in neue Producte verwandelt. So wohl der Saft aus Gurken, als die durch Ausspühlen eines Fliederzweiges mit Wasser erhaltene Flüssigkeit ließ Payen die Anwesenheit stickstoffhaltiger Materien erkennen. Es gaben ferner der Saft von einem Eichenzweige, vom Feigenbaum, von einem Lindenbaum, von einer Pappel und viele andere Ammoniak bei der trockenen Destillation. Es ist zu beklagen, daß Payen nicht näher untersucht hat, welcher stickstoffhaltige Körper es ist, denn daß dieses nicht überall derselbe ist, ist klar. Seine Versuche geben hierüber keinen Aufschluß. Die Anwesenheit des Proteins in allen Pflanzentheilen berechtigt uns, einen Theil des von Payen erhaltenen Ammoniaks daraus abzuleiten; ich fand es niemals abwesend.

Daß in einer Pflanze viel mehr von dieser stickstoffhaltenden Substanz vorkommt, als in der andern, ist bekannt. Die Coniferen enthalten wenig, die Gramineen viel. Unter den im Haushalte gebräuchlichen Pflanzen sind die Kohlarten diejenigen Gewächse, welche am meisten Eiweiß enthalten, weshalb sie, wie das Getreide, besonders wichtige Nahrungsmittel sind. Der Saft von Savoyer Kohl giebt beim Aufkochen eine beträchtliche Menge von coagulirtem Eiweiß; aber ein jeder frischer Pflanzensaft liefert dieses in größerem oder geringerem Maße. Diesem Gehalte der Pflanzen an stickstoffhaltenden Stoffen muß den Stickstoffgehalt des Bodens entsprechen; die stickstoffreichen Pflanzen bedürfen deshalb

eines solchen Düngers, der an organischen Ammoniaksalzen reich ist.

Wenn es nun gegenwärtig überhaupt noch nicht gewiß ist, daß der Eiweißstoff der einzige ist, welcher, indem er sich in einem Umsetzungszustande befindet, als Ursache der Thätigkeit in den Pflanzen zu betrachten ist, so ist es wenigstens gewiß, daß derselbe eine Hauptrolle dabei mitspielt. Es ist damit nicht im Widerstreit, daß er in den Pflanzen nicht zugleich gebildet und zersetzt werden könne. Geschähe dieses in denselben Zellenreihen, so wäre ein Widerstreit vorhanden, da dieser aber in den äußersten Wurzelfasern gebildet wird, so kann er sehr wohl an einem andern Orte wieder zersetzt werden.

Es mag genügen, daß wir den folgenden Satz festhalten: Es giebt im Pflanzenreiche einen allgemein verbreiteten Stoff, welcher in den Wurzelenden bereitet und theilweise in den Pflanzen zersetzt und hierdurch zur Ursache eines Stoffwechsels in den Pflanzen wird.

Es ist ferner zur Erklärung der Erscheinungen des Pflanzenreichs noch ein Stoff unentbehrlich, derjenige nämlich, welcher die verschiedenen Reductionserscheinungen, von phosphorsauren, schwefelsauren Salzen und Metallverbindungen veranlaßt und Kohlensäure entbindet (S. 755). Es ist möglich, daß die Ursache hiervon mehreren Stoffen zugeschrieben werden muß, aber man sieht auch, daß ein einziger genügen würde. Kennten wir einen einzigen Stoff, welcher die organischen Elemente ebenso zu einem Abtreten von Sauerstoff veranlaßte, als erhöhte Wärme die Elemente fähig macht, sich mit demselben zu verbinden, so wäre damit ein bedeutender Schritt vorwärts gethan. Aber einen solchen Stoff kennen wir nur vermuthungsweise. Ich meine nämlich, daß der von Scheele entdeckte Seifenstoff (Zeepstoffe) *) unsere Auf-

*) Ich betrachte ihn nur als eine einzelne organische Gruppe, wennschon es nicht ausgemacht ist, daß man in demselben nicht mehrere Stoffe findet.

merkſamkeit verdiene. Es iſt ein erſtens allgemein verbreiteter und zweitens ein langſam veränderlicher, allmälig Sauerſtoff aufnehmender Stoff, und gehört ohne Zweifel zu denjenigen Pflanzenſtoffen, welche die mannigfaltigſten Erſcheinungen von Desorydation zu Wege bringen können.

Ob es nun gerade dieſer Körper iſt oder nicht, ſo muß ein ſolcher doch von der Art ſein, daß er ſich von den Wurzelfaſern aus, welche ihn wie das Protein bilden, überall in die Pflanze verbreitet, und ſeinen eigenen Zuſtand auf Alles überträgt, was damit in Berührung kommt, mithin Alles in einen ſolchen Zuſtand verſetzt, Sauerſtoff in Freiheit zu ſetzen, den Sauerſtoff ſelbſt aber in den Zuſtand, ſich frei zu machen.

Daß ein Körper dieſer Art nicht aus der durch die Blätter aufgenommenen Nahrung, nicht aus der ſauerſtoffreichen Kohlenſäure entſtehen kann, liegt auf der Hand. Er kann lediglich aus der aus dem Boden aufgenommenen organiſchen Nahrung gebildet ſein, in der Wurzel bereitet und von hier aus weiter fortgeführt, und durch die ganze Pflanze verbreitet.

Es iſt eine wichtige Frage, welcher Stoff dieſes iſt; mag er aber auch heißen, wie er will, wir kennen ſeinen Hauptcharakter vollkommen, und dieſer beſteht darin, den Sauerſtoff, ebenſo den Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und den Stickſtoff in ihrem Beſtreben, ſich mit dem Sauerſtoff zu verbinden, oder mit demſelben verbunden zu bleiben, zu lähmen.

Inſofern aber, als das Protein in den Pflanzen bereitet wird und zum Theil zur Erregung eines Stoffwechſels verbraucht wird, inſofern auch jener Stoff in den Pflanzen bereitet und zum Theil dazu verbraucht wird, in den Materien eine Neigung zur Desorydation hervorzurufen, kann man fragen, wozu iſt denn in den Pflanzen Protein und Seifenſtoff gebildet? Ich will verſuchen, Erſteres näher zu beleuchten.

Ist das Protein einmal im Zustande des Entstehens in den Fasern vorhanden, und wird es aus ulminsaurem, huminsaurem, geinsaurem, quellsaurem und quellsatzsaurem Ammoniak der Dammerde gebildet, so läßt sich das Fortdauern dieses Werdens durch sich selbst ebenso gut denken, als das Fortdauern des Wirkens der Natur in und durch sich selbst überhaupt. Ich gebrauche als Beispiel wiederum die Gährung, weil sie einen Zwischenzustand zwischen Tod und Leben einnimmt. Sobald eine einzelne Hefenzelle in einer gährenden Flüssigkeit entstanden ist, so ist der Weg zu mehreren und unzähligen damit geöffnet. Erzeugt nun das Eine das Andere? Wir sahen (S. 82), daß organische Wesen nicht erzeugen. Die Umstände, welche das erste Gährungszellchen gebildet haben, wurden unterstützt und unterhalten von und in der Erzeugung; das Entstehen einer zweiten Zelle ist eine unmittelbare Folge der Fortdauer dieser Umstände und ebenso kommt auch aus dem anwesenden Material die letzte Gährungszelle zu Stande. Unterstützt aber eine Hefenzelle unter günstigen Umständen die Entstehung in zwei oder in vielen Richtungen, so müssen die in diesen Richtungen vorhandenen Stoffe zu gleicher Zeit afficirt werden und es müssen auf ein Hefenkügelchen bald zwei oder viele in kurzer Zeit folgen. Endlich müssen einige derselben die Umstände in demselben Sinne richten und davon muß eine schnell zunehmende Vermehrung der Zellen die unmittelbare Folge sein.

Uebertragen wir diese Verhältnisse von der Gährung auf die Zellen der Fibrillen, so haben wir wenigstens eine Vorstellung von der Entstehung des Proteins. Diese fällt jedenfalls mit der Entstehung der Zellen der Fibrillen selbst zusammen und findet wie die Zellen ihre Stoffe in den organischen Salzen des Bodens, mit den unorganischen Salzen des Bodens ebenso gemengt, als die Hefenzellen ihre Stoffe in der Zucker haltenden Flüssigkeit mit Eiweiß und Dextrin gemengt finden.

Was die Art und Weise, auf welche die Kohlensäure, welche von den Pflanzen aufgenommen wird, mit in den Kreis des Stoffwechsels geräth, betrifft, so ist uns darüber nichts bekannt. Es ist die Thatsache, daß Kohlensäure von den Pflanzen zersetzt wird, und daß dadurch Stoffe in den Pflanzen gebildet werden müssen, schon lange bekannt. Und wenn schon es Ingenhous bereits angegeben hatte, so hat es Liebig zuerst den Physiologen zur Anschauung gebracht, so daß es berücksichtigt wurde. Mehr aber, als diese allgemeine Erkenntniß, daß die organischen Bestandtheile des Bodens nicht zureichend sind und daß aus diesem Grunde die Pflanzen Nahrungsstoffe für ihr Wachsthum aus der Luft nehmen müssen, und daß sie aus dieser nichts Anderes als Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff (und Stickstoff) nehmen können, ist damit auch nicht zu Tage gefördert. Ich halte dieses für einen sehr wichtigen Dienst, welchen Liebig der Wissenschaft geleistet hat, daß er diese bekannten Thatsachen zum klaren Bewußtsein gebracht hat.

Wie die Kohlensäure in den Pflanzen verändert wird, und wodurch sie eine Veränderung erleidet, ist, sagte ich, unbekannt. Indessen kann man doch eine allgemeine Vorstellung davon geben. Für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft mag man sich die Sache umgekehrt vorstellen, wie poröse unorganische Körper, als Bimstein, Platinspäne bei einer einigermaßen erhöhten Temperatur auf Weinsäure, Citronensäure, Oel, Butter und andere Stoffe einwirken. (Reiset und Millon, in Ann. de Chim. et de Phys. Juill. 1843. p. 180). Sie zerfallen, wie wir uns ausdrücken, durch einen chemischen Impuls, welchen das Platin oder der Bimstein bei einer gewissen Temperatur ausübt, in Kohlensäure und Wasser, mit anderen Worten, es ist diese Wirkung Katalyse (Siehe S. 33). Olivenöl erleidet diese Zersetzung schon bei 80° und Butter bei 90°. Manche Pflanzenstoffe scheinen nun gerade das Umgekehrte zu thun. Wäh-

rend wässrige Kohlensäure von den Wurzeln der Pflanzen aufgesogen wurde, lassen die Blätter keine Kohlensäure ausströmen, sondern Sauerstoff. Die Kohlensäure, welche von den Blättern aufgenommen wird, verwandelt sich unter denselben Einflüssen in Pflanzenstoffe.

An diesen Thatsachen kann man nicht zweifeln; aber weiter sind wir nicht gekommen, und da man die Wissenschaft in einzelne Theile, wenn sie befriedigen soll, abtheilen muß, so müssen wir bekennen, daß wir hierin noch in völliger Unkenntniß uns befinden.

Ich kann indessen meine Verwunderung über die Zufriedenheit nicht verbergen, welche man einerseits über die Kenntnisse, die wir von anderen noch zu wenig aufgeklärten Erscheinungen haben, zeigt, und über die Anforderungen, die man an unser Wissen vom Leben richtet. Die Gährung hält man insoweit für gut erklärt, als die Gährung den Zucker in Weingeist und Kohlensäure zerlegt. Verstehen wir nun diese Scheidung? Wir müssen bekennen: auf keinen Fall; allein wir erkennen sie, insofern wir sie sehen.

Wenn wir nun nicht eine Trennung, sondern eine Vereinigung von Weingeist und Kohlensäure zu Zucker unter dem Einflusse eines anderen Stoffes zu Stande kommen sähen, sollten wir dieselbe weniger begreifen? Nothwendig, denn wir können nicht weniger als nicht begreifen.

Lassen wir indessen das Begreifen außerhalb unserer Forderungen, da wir doch keine Wirkung der Natur so tief durchdringen, daß wir einen reinen und vollkommenen Begriff davon bekommen; begnügen wir uns damit, unserer Vorstellung ein gewisses Bild davon zu geben, so ist uns diese Vorstellung von eben so viel Werth, ob wir zum Weingeist die Kohlensäure, zum Zucker addiren oder vom Zucker die Kohlensäure abziehen.

$C^{12} H^{24} O^{12}$	$C^{8} H^{24} O^{4}$
$C^{4} \quad O^{8}$	$C^{4} \quad O^{8}$
$C^{8} H^{24} O^{4}$	$C^{12} H^{24} O^{12}$

Die Pflanzenchemie hat nun noch nachzuweisen, in welchem Kreise von Stoffen die Kohlensäure aufgenommen und mit welchen Gruppen sie in den Pflanzen zu zusammengesetzteren verbunden wird.

Es ist schon durch ältere Versuche von Ingenhous und Anderen bewiesen und durch alle späteren Versuche bestätigt, daß die Kohlensäure nicht im Dunkeln, sondern unter dem Einflusse des Sonnenlichts zersetzt wird, daß nicht im Dunkeln sondern im Sonnenlichte Sauerstoff durch die Blätter und andere grüne Theile der Pflanzen abgeschieden wird.

Daraus ergeben sich zwei wichtige Schlüsse: 1) Daß allein diejenigen Pflanzentheile, welche entweder dünn oder durchscheinend sind, die Zersetzung der Kohlensäure bewerkstelligen, und daß es deshalb vorzugsweise die Blätter sind, in welchen diese Zersetzung geschieht. 2) Daß die Kohlensäure, welche durch die Wurzeln eindringt, weil sie im Innern der Pflanzen dem Lichte unzugänglich ist, auch nicht an diesem Orte zersetzt, sondern außer derjenigen, welche in der Nähe der Oberfläche der Stengel dem Lichte ausgesetzt ist, nach den Blättern aufsteigen muß, um zersetzt zu werden.

Die desoxydirenden Stoffe, welche die Kohlensäure unter dem Einflusse des Lichts zersetzen, können ohne Einwirkung des Lichts sehr wohl andere Desoxydationserscheinungen zu Wege bringen und von sauerstoffreicheren sauerstoffärmere bereiten.

Wir dürfen daher die folgenden Regeln aufstellen:

a) Wir kennen keinen einzigen Pflanzenstoff weiter, der so viel Kohlenstoff enthielte, als die Kohlensäure; es giebt im Gegentheil viele sauerstofffreie Körper. Es

muß daher ein Streben nach einer Desoxydation in den Pflanzen sein.

b) Die aufgenommene Kohlensäure giebt aus sich selbst keine Verbindungen weiter, sondern sie bedarf dazu anderer Körper.

c) Daß Wasser allein dazu genügen sollte, ist als unwahrscheinlich zu betrachten.

d) Eine kleine Menge bereiteter Bestandtheile vom Boden ist für die Pflanzen unentbehrlich; vielleicht geht von diesen Stoffen die erste Wirkung auf die Kohlensäure aus, um derselben Sauerstoff zu entziehen.

e) Auf die Weise, wie beim Erhitzen die Oxydirbarkeit befördert wird, so wird durch Pflanzenwachsthum Desoxydation befördert. Auf gleiche Weise wie Oxydation in gewissen Körpen Oxydation hervorruft, so geschieht dieses auch bei der Desoxydation.

f) Kennten wir daher im Pflanzenreiche einen allgemein in demselben verbreiteten, im Zellensaft aufgelösten Stoff, welcher an und für sich in der Weise, wie Schwefelkalium in einer steten Oxydation sich befindet, umgekehrt in einem stets desoxydirendem Zustande sich befände, so wäre damit die allgemeine Neigung der Pflanzen zum Desoxydiren erklärt; bis jetzt kennen wir einen solchen Stoff nicht.

g) Von welchen Stoffen nun gerade die desoxydirenden Wirkungen ursprünglich ausgehen, so sprechen die Erscheinungen sehr für die Metallsalze, welche zu Metall oder in eine niedere Oxydationsstufe reducirt werden (S. 677), für die Erzeugung von fetten oder flüchtigen Oelen oder das Ausstoßen von Sauerstoff selbst durch die grünen Pflanzentheile.

h) In Organen als solchen suchen wir die Wirkung nicht, sondern in Stoffen, welche in den Pflanzen vorhanden sind; alle Erzeugnisse der Pflanzen mögen sie eine

Form angenommen haben oder nicht, sind durch Wirkung von Stoffen auf Stoffe entstanden.

Aus der Art und Zusammensetzung sehr vieler allgemeiner, allen oder den meisten Pflanzen eigener Stoffe folgt von selbst, daß die Nahrung der meisten Pflanzen am gewöhnlichsten dieselben Umsetzungen erleiden müsse, wenn daraus die allgemeinen Stoffe sollen gebildet werden. Die Cellulose, der Eiweißstoff, der Pflanzenschleim, die Stärke, das Chlorophyll, die die Cellulose incrustirenden Stoffe und viele andere noch außer diesen fehlen den Pflanzen selten. Die Natur ist allerdings wohl in ihren Modificationen zusammengesetzt, aber in ihren Grundlagen ist sie einfach. Das Thierreich ist wie das Pflanzenreich aus wenigen Hauptstoffen gebildet. S. Cap. VII. Eben deshalb aber ist es schwierig, die große Verschiedenheit der besonderen Erzeugnisse zu verfolgen, bei der großen Menge allgemeiner Grundstoffe, wodurch das Ganze zu Stande kommt. Die Masse von einem Eichenzweig ist incrustirte Cellulose, wie die eines Fichtenzweiges und doch enthält der erste, wenn er auch in unmittelbarer Nähe neben dem zweiten steht, Gerbsäure, während der zweite mit flüchtigen Oelen und daraus durch Oxydation entstandenen Harzen durchdrungen ist. Aus derselben Nahrung entstehen entweder dieselben oder verschiedene Stoffe, was auf keine andere Weise, als durch Verschiedenheit in der Zusammensetzung der scheinbar gleichartigen Masse geschehen kann, oder besser von einer Verschiedenheit in der Zusammensetzung abgeleitet werden muß, von, wenn auch nur sehr kleinen, Mengen einiger Stoffe, die in den Samen vorhanden sind, und durch welche, bei großer Gleichförmigkeit in den Producten, doch vom Anfange der Entwickelung an eine gewisse Verschiedenheit in der Form und den Erzeugnissen zu Stande kommt, welche, nachdem sie einmal entstanden sind, die ganze Lebenszeit der Pflanzen hindurch fortdauern und sich auf das folgende Geschlecht mit fortpflanzen,

indem von denselben Pflanzen dieselben Samen mit ihren unveränderlichen Stoffen entstehen. Das bloße Resultat chemischer Analysen, welches verschiedene Holzarten einander nähert, oder der Umstand, daß die Cellulose aus verschiedenen Geweben, nachdem wir sie mit verschiedenen Lösungsmitteln behandelt haben, stets dieselbe ist, lehrt uns nichts über die wahre Zusammensetzung dieser activen Stoffe und über die Art und Weise, wie sie auf die organischen Gebilde einwirken oder sie zu Stande bringen. Solche chemische Untersuchungen reichen nicht hin, um eine Function zu erklären, und lehren uns, wie mangelhaft diese Naturwissenschaft noch ist.

In den Veränderungen, welche die chemischen Körper erleiden, aus denen das Pflanzenreich und das Thierreich zusammengesetzt ist, übersehen wir zu viel von dem, was vorgehen muß, insofern sie, ohne durch äußere Ursachen afficirt zu sein, einfacher Weise einige Zeit mit einander in Berührung sind. Bei den Pflanzen sehen wir verdünnte Auflösungen von Stoffen Monate oder Jahre lang in geschlossenen häutigen Säckchen verbleiben, bei den Thieren wieder ein anderes Gemenge in Röhren eingeschlossen herumströmen; in den Pflanzen sehen wir die Stoffe den Einflüssen des Dunstkreises im Sommer einer hohen Temperatur preisgegeben, bei den Thieren sehen wir sie einer, jeder Thierart constanten Wärme unterworfen.

Was geschieht nun, wenn wir einen Pflanzensaft der Sonnenwärme, oder Blut von einem Menschen einer Wärme von 37,5° aussetzen?

Weit davon entfernt, in der chemischen Umsetzung, welche die in den beiden Flüssigkeiten aufgelöst'ten Stoffe erleiden, die einzige Quelle einer Lebensthätigkeit zu suchen, da die festen Bestandtheile des Organismus gleichfalls mit umgesetzt werden, so bin ich doch der Ansicht, daß darin eine sehr wichtige Quelle von Lebensthätigkeit gesucht werden muß. Außer-

halb des Thieres würden die im Blute aufgelöst'ten Bestandtheile sehr bald zersetzt werden in Folge der den Molecülen, aus welchen sie bestehen, einwohnenden Kräfte. Diese Zersetzung muß durch Wärme erweckt und durch die Luft unterstützt werden, und erst dann ihre Grenzen finden, wenn Alles, was darin als organischer Bestandtheil zu betrachten ist, in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt ist. Bevor aber diese letzten Produkte entstehen, müssen unzählig viele Zwischenstufen durchlaufen werden; die Buttersäure, welche aus Fibrin entsteht, wenn man dieses an die Luft stellt, kann unter den vielen Körpern der Art als Beispiel dienen. (Wurtz, Journ. de Pharm. et de Chim. Août 1844. p. 111).

Einentheils müssen im Thierreich dieselben, anderentheils andere Stoffe als außerhalb des Thierkörpers aus den Bestandtheilen des Bluts entstehen. Indem das Blut in einem geschlossenen Gefäßsystem bei einer Temperatur von 37,5° und in den Lungen mit Luft in Berührung kommend im Kreise herumströmt, muß alles, was fähig ist, umgesetzt zu werden, in den Zustand einer Umsetzung gebracht werden, und wenn dieser Zustand einmal angenommen ist, so muß er fortdauern. Das im Zustande einer chemischen Zersetzung sich befindende Blut strömt als Nahrungssaft aus den Capillargefäßen und stößt auf Gewebe, welche gleichfalls auf 37,5° erwärmt, und im feuchten und mithin in Zersetzung begriffenem Zustande sich befinden. Fleisch aber, welches nur wenige Tage lang einer Temperatur von 37,5° und der Luft ausgesetzt wurde, geht in Zersetzung über. Ebenso hat auch im thierischen Körper eine Zersetzung der Muskelfasern und aller übrigen Bestandtheile statt, wennschon diese ganz anders als außerhalb des Thierreiches sein mögen. Auf diese Weise kommt dann zersetzt werdendes Blut mit in Zersetzung begriffenen Geweben in Berührung und es entsteht dadurch eine wechselseitige Zurückwirkung, die auf neue Veränderungen beider hinausläuft.

Es ist recht zu beklagen, daß man so lange Jahre hindurch einen Gegensatz zwischen der sogenannten leblosen Natur und der belebten gemacht hat. Bei vielen Verschiedenheiten in den Erzeugnissen sind auch wiederum viele gleiche Verhältnisse unter den Veränderungen, welche in und außerhalb des organischen Körpers vor sich gehen. Und wie groß auch die Verschiedenheit sein möge, die Grundursache der Zersetzung innerhalb und außerhalb des organischen Körpers ist stets dieselbe, diese ist in den, den Elementen einwohnenden Kräften begründet, aus denen sie zusammengesetzt sind.

Es ist nur noch die Frage, in wiefern die Umstände verschieden sind, denen dieselben Stoffe ausgesetzt sind. Bei vollkommener Ruhe entstehen aus organischen Stoffen bei einer gewissen Temperatur und Feuchtigkeit Produkte, welche wir bald Gährungsprodukte, bald Verwesungsprodukte oder Produkte faulender Zersetzung nennen; bei Bewegung in einem Systeme von Röhren, in Berührung mit andern Körpern, entstehen wieder andere Erzeugnisse; allein nicht in der Art andere, weil die Zersetzungsweise sich änderte, sondern nur weil die Umstände, unter welchen die Zersetzung stattfand, andere sind. In stillstehenden Wässern und in den Eingeweiden der Thiere bilden sich aus organischen Körpern mit schwefelsauren Salzen dieselben gasförmigen Produkte, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, es verschwindet der Sauerstoff der anwesenden Luft, und es bleibt Stickgas übrig.

In dem Blute, welches durch den thierischen Körper strömt, sind die Umstände ganz und gar verschieden und die Zersetzungen sind deshalb auch anderer Art. Aber eine Zersetzung findet dennoch in Folge derselben Ursachen statt, welche in stillstehenden Wässern oder den Eingeweiden der Säugethiere die so eben genannten Gase entwickeln.

Der Einfluß der Wärme auf die Veränderung der chemischen Kräfte der Grundstoffe und also auch auf die Modi-

ficationen der Zusammensetzungen, ist unbegränzt. Die trockene Destillation lehrt uns, was wir für verschiedene Körper aus denselben Grundstoffen bei verschiedenen Temperaturen hervorbringen können.

Dasselbe gilt für den thierischen Körper. In der Leber und in dem Darmkanal muß ein anderer Einfluß der Wärme auf die Bestandtheile des Blutes wirken, weil sie eine constante Temperatur haben, als in der Haut, wo die Temperatur immer wechselt. Die Verschiedenheit beider unter einander wirkt auf den ganzen Organismus zurück, denn das überall eindringende System von Blutgefäßen bringt alles unter einander in Verbindung.

Von einem ähnlichen Einfluß ist auch die Temperaturverschiedenheit bei den verschiedenen Thierklassen, und so wie die Wärme einentheils eine Folge ist von chemischem Stoffwechsel, so bedingt sie auch wiederum einen Stoffwechsel. Die Zersetzungsprodukte des Blutes von Reptilien unterscheiden sich aus dem Grunde — andere unberücksichtigt gelassen — von denen der Vögel und Säugethiere, weil die Wärme in denselben verschieden ist.

Im Pflanzenreiche ist das Band der verschiedenen Theile viel schwächer, weil keine Circulation durch ein Centralorgan besteht. Allein wir erkennen doch in demselben dieselben Grundursachen von Wirkungen, wie bei den Thieren, nämlich einen ununterbrochenen Stoffwechsel, sobald nur die Wärme der Elemente, woraus die zusammengesetzten Stoffe bestehen, dazu Veranlassung giebt. Ein Pflanzensaft, welcher außerhalb der Pflanzenzellen in Gährung geräth, kann innerhalb der Pflanzen nie in Ruhe sein. Dieselben Bestandtheile sind auch in der Pflanze in einem Wechsel begriffen, nur in einer anderen Weise, weil die Umstände verschieden sind, unter welchen diese Umsetzung statt hat. Eine niedrige Temperatur verlangsamt die Gährung und andere Pflanzenfunctionen; Sommerwärme ruft beide ins Leben. Und ebenso wie die

Circulation bei den Thieren mittelſt des Herzens in Bewegung geſetzt eine Gleichförmigkeit in den Erzeugniſſen hervorruft, eine Einfachheit in den Abſonderungen zeigt, ſo iſt gerade der Mangel einer ſolchen Circulation der Pflanzenflüſſigkeiten die Urſache der Entſtehung der unbegrenzten Verſchiedenheiten, welche wir in dem Pflanzenreiche antreffen. Ueberall wird der allgemeine Nahrungsſaft dem Einfluſſe des übrigen entzogen und, gleichſam in einzelne Behälter eingeſchloſſen, beſonderen Einflüſſen unterworfen, und muß einen beſonderen Stoffwechſel eingehen, welcher ſchließlich in der Production eigenthümlicher Stoffe zur Erſcheinung wird.

Außer den Miſchungen von verſchiedenen Stoffen in den Pflanzenzellen, welche mit einander in den verſchiedenen Zellen in Berührung kommen und zu Stoffwechſel Veranlaſſung geben müſſen, außer der Sonnenwärme, die mit der Temperatur einer Digeſtion verglichen werden kann, iſt noch eine bedeutſame Quelle von chemiſcher Thätigkeit der Stoffe, welche in den Pflanzenzellen in einem auflöslichen Zuſtande eingeſchloſſen ſind, vorhanden; es iſt dieſe das Licht, welches die Pflanzen beſcheint. Die anorganiſche Chemie kann Beiſpiele von Verbindungen einfacherer Stoffe zu zuſammengeſetzten anführen, welche bloß durch das Licht bewirkt werden. Cl^2 und H^2 verbinden ſich nämlich durch den Einfluß des Lichtes zu $Cl^2 H^2$ und wenn wir daher Kohlenſäure und Waſſer in den Blättern unter dem Einfluſſe des Lichtes, Sauerſtoff abgeben ſehen und neue Körper, z. B. Wachs u. ſ. w. entſtehen ſehen, ſo iſt dieſes eine Wirkungsweiſe, welche ſich an die beim Chlor und Waſſerſtoff anſchließt. Das Licht iſt alſo ein kräftiges Erregungsmittel chemiſcher Thätigkeiten in den Pflanzen, eine Quelle von Umſetzungen der vielfachſten Art, eine Urſache von wichtigen Verrichtungen des Pflanzenreichs.

Daß aber das Licht nur in den dünnen oder durchſcheinenden Theilen der Pflanzen einen Einfluß ausüben kann,

iſt bereits bemerkt. Wenn aber unter dem Einfluſſe des Lichtes an beſtimmten Orten eigenthümliche Stoffe entſtanden ſind, ſo werden dieſe leicht durch endosmotiſches Weiterführen nach anderen Pflanzentheilen hin fortgeführt, um daſelbſt neuen Stoffwechſel zu veranlaſſen.

Es iſt eine beſondere Art des Stoffwechſels in den Pflanzen, welche ohne Zweifel dem Zuſammenfluß von vielen kleinen Urſachen, durch Verſchiedenheit der Temperatur und des Lichts, der Abdunſtung oder des endesmotiſchen Wechſels zugeſchrieben werden muß, welche aber, wie ſie auch entſtanden ſein mag, als eine ſehr bedeutende Quelle eines Stoffwechſels erſcheint: es iſt dieſes die ſogenannte Brown'ſche Molecülarbewegung.

Es iſt eine ſehr merkwürdige Erſcheinung, wie in einem klaren Zelleninhalte darin vorhandene Molecüle in einer unaufhörlichen Bewegung ſind, einander anziehen und abſtoßen, ſich um einander drehen und mitunter in regelmäßigen Richtungen ſich an den Zellenwänden fortbewegen, die Erſcheinung feſſelt im höchſten Grade, man kann ſich daran kaum ſatt ſehen.

Die fortdauernde Bewegung nun, in welcher natürlich alle Theile des Zelleninhaltes ebenſo ſich befinden, als man die ſichtbaren in Bewegung ſieht, muß auf den Stoffwechſel den kräftigſten Einfluß ausüben; ſie überwindet die Trägheit der Molecüle und bringt die am ungleichartigſten mit einander in Berührung.

So wie nun die Bewegung die Urſachen des Stoffwechſels vermehrt, ſo kann ſie auch überall, wo ſie in einem Zelleninhalt beſteht, theilweiſe die Folge eines Stoffwechſels ſein.

Ein einfacher Blick auf das, was im Pflanzenreiche vorgeht, zerlegt uns die Pflanzenkörper unmittelbar in zwei Klaſſen, ſolche, welche verändert werden, und ſolche, welche zwar auch verändert ſind, aber keine Veränderung ferner

eingehen. Diesen Unterschied halte ich für sehr wichtig. Außer den sogenannten ab- oder ausgeschiedenen Stoffen sind sehr viele und namentlich diejenigen, welche die Hauptmasse der festen Pflanzentheile ausmachen, die keine Veränderung weiter erleiden, so bald sie einmal zu Stande gekommen sind. Dahin gehört das ganze Holzgewebe, derjenige Körper, welcher die Wände verdickt und nicht weiter chemisch verändert wird.

Dadurch sind die Pflanzen mithin sehr wesentlich von den Thieren verschieden, deren Formbestandtheile mit Ausnahme des Hornes für die Dauer der ganzen Lebenszeit in größerem oder geringerem Maaße in einem fort erneuert werden, während bei den Pflanzen eine Erneuerung bei den meisten Formbestandtheilen nicht statt hat. In diesem Sinne kann man nicht sagen, daß das fertig gebildete Holz lebe, denn es kömmt keinerlei Erneuerung darin vor, es bleibt in demjenigen Zustande, worin es ist, und zeigt deshalb keine Verwesung oder Fäulniß, weil es denjenigen Einflüssen, welche diese hervorbringen könnten, entzogen ist. Ebenso kann man den Epidermiszellen, der Cuticula, ja selbst fertig gebildeten Zellen aus reiner Cellulose kein Leben zuschreiben, weil aller Stoffwechsel darin aufgehört hat. Es ist eine Art des Bestehens, so wie das der Haare und Nägel bei den Thieren. Die Menge der dahin gehörigen Pflanzentheile ist sehr groß und es ist mithin die Menge der Pflanzenstoffe, welche den Namen lebender Stoffe nicht verdienen, selbst wenn sie immerhin Flüssigkeiten hindurchlassen mögen und mit neuen Absonderungsschichten sich bedecken, sehr groß.

Diejenigen Stoffe, welche in den Pflanzen in einem Wechsel begriffen sind, sind dieses in sehr verschiedenem Maaße. Sie gehören entweder zu denjenigen, von welchen die Grundursache des Stoffwechsels ausgeht oder unterhalten wird; diese müssen in jedem Samen und in jedem lebenden Pflanzenorgane vorkommen; oder sie gehören zu denjenigen, welche durch die ersteren in Bewegung versetzt sind, und dieses sind

die Nahrungsſtoffe und alles, was daraus gebildet wird, bis dahin, wo dieſe ein beſtimmtes Ziel erreicht haben und zur Ruhe kommen. Ginge der Wechſel ſtets in einem fort, würden nicht gewiſſe Gruppen dem ſo kräftig wirkenden Desorydationsbeſtreben entzogen, ſo würde ſich das ganze Pflanzenreich in flüchtige, ſauerſtofffreie Oele auflöſen.

So wie nun die Zerſetzung, in welcher ſich manche Pflanzenbeſtandtheile befinden, eine Folge der Anweſenheit ſolcher Stoffe iſt, welche in eine chemiſche Veränderung verſetzt ſind, durch Licht oder durch Wärme und in dieſelbe andere Stoffe mit verwickeln, ſo iſt die Ruhe von den nicht mehr verändert werdenden eine Folge, 1) von der Abweſenheit ſolcher kräftiger, ſtets in ihren Beſtandtheilen wechſelnder Gruppen und 2) von dem Mangel an Waſſer, durch deſſen Vermittelung die Molecüle beweglich erhalten werden müſſen und endlich 3) von einem ſolchen Gleichgewichtszuſtand der Elemente ſolcher Gruppen, welcher zu beſtändig iſt, als daß er von ſtörenden Einflüſſen afficirt würde.

Um die Veränderungen, welche die Nahrung der Pflanzen erleidet, weiter zu verfolgen, kommen die folgenden Punkte in Betracht: 1) die Nahrungsmittel ſelbſt; 2) die Art und Weiſe, wie ſie von außen in die Pflanzen eindringen; 3) die Organe, durch welche ſie ſich fortbewegen; 4) die Art und Weiſe, wie die Fortbewegung geſchieht; 5) die feſten Stoffe, welche aus denſelben abgeſchieden und als Pflanzengewebe die feſten Structurſtoffe der Pflanzen wurden; 6) der flüſſige Zelleninhalt und 7) die feſten, tropfbarflüſſigen und gasförmigen Stoffe, welche von den Pflanzen ausgeſchieden werden.

Die beiden erſten Punkte ſind in dem vorigen Capitel abgehandelt, was unter Nr. 3, 4, 5 und 6 geſagt iſt, verdient jetzt noch weiter auseinandergeſetzt zu werden.

Pflanzenorgane, in welchen sich die Nahrungsstoffe bewegen.

Die Gefäße, in welchen sich alles, was zur Pflanzennahrung gehört, bewegt und durch welche die Fortleitung von einem Orte nach dem andern hin geschieht, sind die Zellen und Gefäße. Diese sind die Organe, in welchen die Veränderung der Nahrungsmittel geschehen muß.

Zellen.

In Betreff der Veränderung der von außen aufgenommenen Stoffe theilen wir die Zellen ein: in dünnwandige und dickwandige, erstere bestehen aus bloßer Cellulose, letztere enthalten außer derselben noch andere Stoffe. Die dünnwandigen sind kleine häutige Säckchen, welche den Pflanzensaft mit seinem ganzen Inhalte in eine unzählige Menge kleiner Abtheilungen absondern. Sind sie entstanden, so üben sie entweder gar keinen oder nur einen sehr geringen Einfluß auf den Zelleninhalt aus, sie sind lediglich als unthätige, zur Aufnahme bestimmte Gefäße zu betrachten. Sie bestehen aus Cellulose, mit kleinen Mengen von Basen verbunden, und enthalten keine Spur von den Stickstoff haltenden Stoffen, welche eine Thätigkeit in andern Körpern erwecken können.

Ihre Function ist die von kleinen Behältern, um die Flüssigkeiten durch große Vertheilung nicht als eine einzige Materie beständig zu erhalten. Wäre eine Pflanze eine einzelne mit Flüssigkeit erfüllte Zellenblase, so müßte sich auch nur eine einzige Art des Stoffwechsels darin finden. Je größer die Anzahl von Zellen ist, welche ursprünglich mit derselben Flüssigkeit gefüllt sind, desto größer ist die Verschiedenheit im Stoffwechsel unter geringen Abänderungen der äußeren Einflüsse.

Denken wir uns die aus lauter einzelnen Zellen beſtehende Pflanze einen Augenblick mit derſelben Flüſſigkeit gefüllt. Indem in den äußerſten Wurzelenden Feuchtigkeit verdampft und feſte Stoffe darin zurückbleiben, muß von da an eine Stoffverſchiedenheit anfangen, welche einfach je nach der Verſchiedenheit ihrer Höhe, verſchiedene Erzeugniſſe zur Folge haben. Von unten her wird ſtets eine verdünnte, wäſſerige Flüſſigkeit herzugeführt, von oben verdampft Waſſer. Die concentrirteren Pflanzenſäfte müßten eine bedeutendere Umſetzung erleiden und eine größere Anzahl von verſchiedenen Erzeugniſſen hervorbringen. Dieſe Zellen ſind nur häutige Säckchen, welche endosmotiſchen Wechſel vermitteln, je größer daher die Verſchiedenheit in einzelnen Verdampfungen, deſto größer iſt die materielle Verſchiedenheit, welche durch endosmotiſchen Austauſch hergeſtellt wird.

Einzelne Zellenpflanzen enthalten nur ſolche Stoffe, welche aus dem Zelleninhalte durch Wirkung der Beſtandtheile auf einander entſtehen können, und ſind als eine Reihe von kleinen Behältern anzuſehen, welche mit Flüſſigkeiten von verſchiedener Art gefüllt ſind, Behälter, welche ihren Inhalt in einander übergehen laſſen und ſomit die Verſchiedenheit nicht bloß unterhalten, ſondern vergrößern. Alle neuen Stoffe in einer ſolchen Pflanze ſind durch wechſelſeitige Einwirkungen der Beſtandtheile des Zellenſaftes auf einander entſtanden.

Zwei Urſachen des Wechſels müſſen hierbei in Anſchlag gebracht werden. Von dem Samen, aus welchem ſich die erſten Zellen einer ſolchen Pflanze entwickeln, wird derſelben nicht bloß eine Reihe von Zellen, ſondern zugleich auch ein wirkſamer Inhalt dargeboten. Das heißt: Dies neue Pflänzchen, welches ſich aus dem Samen entwickelt, erhält aus dem Samen in dem Zelleninhalt zugleich Stoffe, welche ſich ſtets im Zuſtande von Zerſetzung befinden, und dieſen Zuſtand auf ſolche Körper, mit welchen ſie in Berührung kommen, übertragen, und deren Thätigkeit erwecken. Dieſe Thätigkeit

wird in einem jeden Samen auf eine eigene Weise erregt, weil ein jeder in Zersetzung begriffener Stoff durch geringe Verschiedenheiten andere Erzeugnisse liefert, der Same läßt die Pflanze, aber die Pflanze auch den Samen entstehen, und so werden die Verschiedenheiten für eine jede Art unterhalten.

Nach der Verschiedenheit des Ortes und durch äußere Einflüsse unterstützt, ist auch die Bildung von neuen Stoffen verschieden. Wenn es also auch nur ein einziger Stoff ist, welcher die Thätigkeit erweckt, so können die Produkte dennoch sehr verschieden sein, weil ein und derselbe Stoff auf verschiedene Körper auch einen verschiedenen Einfluß ausübt, ebenso wie dieselbe Hitze verschiedene Körper auf verschiedene Weise angreift, oder Schwefelsäure mit verschiedenen Stoffen auch verschiedene Produkte liefert.

In einzelnen Zellenpflanzen ist noch eine andere Ursache zur Erzeugung neuer Stoffe in dem Zelleninhalt gegeben, eine Ursache, welche an und für sich abhängig ist von der Umsetzung eines Theiles des auflöslichen Eiweißstoffes. Diese ist die Entstehung von neuen Zellen. Die jungen Zellen entstehen aus dem Zelleninhalte, aus Dextrin, und diese Entstehung wird durch den Einfluß des auflöslichen Eiweißstoffes vermittelt. Die Gährungserscheinungen lehren uns dieses, und wennschon wir nicht wissen, weshalb das Dextrin unter dem Einflusse des auflöslichen Eiweißstoffes Bläschen bildet, so steht die Thatsache davon fest, und wir erkennen somit die Thatsache.

Wenn nun in einer sich entwickelnden Pflanze Dextrin in Cellulose umgesetzt und dieses durch den auflöslichen und in Zersetzung begriffenen Eiweißstoff vermittelt wird, so ist die Bildung der Cellulose ihrerseits wiederum Ursache des Stoffwechsels und eines gestörten chemischen Gleichgewichts, welches wiederum auf den Zelleninhalt zurückwirken kann, während außerdem durch eine jede neue Zelle eine große Menge von Stoffen aus dem auflöslichen Zustand in den

von festen Körpern übergeht und die Auflösung dadurch von den aufgelösten Bestandtheilen befreit wird: diese wird dadurch zum zweiten Male Ursache gestörten Gleichgewichtes unter den Bestandtheilen des Zelleninhaltes in dem Zellensaft.

Das Vorige möge in Bezug auf die dünnwandigen Zellen genügen, so weit es die Veränderung der aufgenommenen Pflanzennahrung anbetrifft. Die dickwandigen Zellen stellen die endlichen Pflanzengebilde in viel höherem Maaße dar, denn in dem Maaße, als mehr feste Stoffe als Zellenbestandtheile aus dem Zellensafte abgesondert werden, in demselben Maaße ist die fortdauernde Veränderung des Zellensaftes größer und wird dadurch dessen chemische Veränderung vorbereitet.

Aus dem Angeführten lernen wir, daß bei einem jeden eigenthümlichen System von Zellen der Pflanzen eine besondere Art des Stoffwechsels stattfinden kann und sogar stattfinden muß; daß durch eine jede Zellengruppe, möge sie auch durch Ursachen irgend welcher Art isolirt sein, eigenthümliche Wirkungen in dem Zelleninhalte, und wenn dieser auch durchgehends derselbe wäre, hervorgebracht werden müssen, welche in der Erzeugung eigenthümlicher Produkte ihre Grenze finden. Dieses ist es nun in der That, was die Erfahrung lehrt. Im Stamme der Dicotyledonen, in welchen die Organe an einander grenzen, findet eine ungleichmäßige Entwicklung der verschiedenen Theile, je nach ihrer Stellung statt. Von einer verschiedenen Entwicklung aber, welche ihrerseits wieder eine Folge von Verschiedenheit in dem Aufsteigen des Pflanzensaftes sein kann, ist eine Verschiedenheit des Zelleninhaltes, und hiermit wiederum eine Differenz der Produkte, untrennbar.

Noch mehr tritt dieses Verhältniß in den verschiedenen Organen der Pflanzen hervor. Die Staubgefäße und die Griffel können unmöglich dieselben Stoffe erzeugen, als die Blumenblätter, selbst wenn sie denselben Zelleninhalt aufnäh-

men, denn derselbe Zelleninhalt ist ganz anderen Bedingungen der Umstände unterworfen. Auf welches Organ wir auch die Aufmerksamkeit lenken, wir treffen überall eine solche Verschiedenheit der Umstände, daß, wenn auch nur ein und dasselbe Gemenge organischer und einer Umsetzung fähiger Stoffe in den verschiedenen Organen vorhanden wäre, dennoch die Verschiedenheit in der Erzeugung neuer Stoffe in einem genauen und innigen Zusammenhange mit den verschiedenen Umständen, unter welchen sich eine und dieselbe Flüssigkeit befindet, stehen oder lediglich von jenen abhängig sein muß. Umgekehrt muß von letzterem wiederum eine Verschiedenheit der Organisation zum Theil abhängig sein.

Ich sage zum Theil, denn für jetzt ist es unmöglich, mit größerer Bestimmtheit über die festen Formen, die wir im Pflanzenreiche im Inneren wie im Aeußeren bewundern, zu reden. Daß sie von der Materie, den Eigenschaften und Kräften, mit welchen die Materie vom Schöpfer ursprünglich begabt wurde, abhängig sind, versteht sich von selbst, allein es ist uns bis jetzt noch nicht verliehen, einzusehen, auf welche Weise.

Nur so viel sehen wir klar ein, daß gleichartige Stoffe unter anderen Verhältnissen andere Verbindungen eingehen, und in diesem einfachen Gesetze glauben wir eine Grundlage zu finden, welche uns bei der Betrachtung der Erzeugnisse des Pflanzenreichs leiten kann.

Aus dem Angegebenen geht nun auf das Deutlichste hervor, daß wir die chemischen Bestandtheile der Pflanzen, mögen sie nun zu dem Inhalt oder zu den Gefäßen selbst gehören, nicht als durch Werkzeuge gebildet ansehen können, was auch an und für sich kein klarer Begriff ist. Meistens ist der verschiedene Zelleninhalt das einzige Kennzeichen der Organe, was uns ein offenbarer Fingerzeig auf die Ursachen ist, durch welche der verschiedene Inhalt der Zellen zu Stande gekom-

men ist. Diese Ursachen können nämlich bloß von dem Zelleninhalte ausgehen: ein Wechsel der Theile untereinander, ohne daß ein einziger Bestandtheil der Wände darauf den allergeringsten Einfluß ausübte. Dann sind die Organe in dem Sinne, als man dieses durchgehends auffaßt, selbst bei dem verschiedensten Inhalte dennoch vollkommen dieselben.

In dem Falle aber, wo die Zusammensetzung aus verschiedenen Bestandtheilen der Wände oder die Gestalt der Zellen verschieden ist, oder wenn die Größe oder die gegenseitige Stellung verschieden ist, mag man die Organe verschieden nennen. Diese Umstände sind es, welche entweder einzeln oder in ihrer Gesammtheit die Ursachen eines verschiedenen Stoffwechsels im Zelleninhalte abgeben, sie bringen einen geringeren oder größeren Aufenthalt der in der wässrigen Flüssigkeit aufgelöst'en Theile, ein kürzeres oder längeres Verweilen in unmittelbarer Nachbarschaft mit sich und veranlassen in Folge dessen eine modificirte chemische Einwirkung der Materien auf einander.

Sie veranlassen hier eine stärkere Verdampfung des Wassers in dem Pflanzensafte, concentriren dadurch den übrigbleibenden Zelleninhalt und vergrößern dadurch die chemische Wirkung der aufgelöst'en Theile aufeinander. Sie vermitteln entweder ein Hinzutreten oder ein Austreten von einem oder von mehreren Stoffen und vergrößern dadurch die Möglichkeit eines chemischen Stoffwechsels. Mit einem Worte: was man bei den Pflanzen absceidende Organe nennt, sind Zellengruppen, deren Functionen einfacher Weise davon abhängig sind, was wir die Zustände zu nennen pflegen, in welchen sie sich befinden.

Der endliche Schluß hieraus ist nun, daß wir die Ausdrücke: verarbeiten, höher organisirt u. s. w. in Zukunft nicht mehr anwenden, Ausdrücke, welche sich auf einen nicht richtigen Begriff stützen und unverständlich sind, und daß wir nach den Ursachen von Wirkung organisch selbstständiger Gruppen auf andere dergleichen Gruppen suchen müssen, wenn wir die

Entstehung der eigenthümlichen pflanzlichen Stoffe erklären wollen. Der Unterschied zwischen rohen und assimilirten Stoffen ist mir ebenfalls nicht deutlich und ich halte ihn für schädlich, indem das Wort assimilirt zu einem falschen Begriff verleitet. Alle diese Worte, welche nur Laute sind, halte ich für die Wissenschaft für schädlich.

In einer jeden Anordnung von Zellen geht deshalb eine eigene Umsetzung vor sich, welche abhängig ist von der Gestalt sowohl als von dem Inhalte oder der Wand der Zellen. Die Form bestimmt zugleich das Ein- und Austreten, den Wechsel des Zelleninhaltes, und die auf S. 461 genannten verschiedenen Formen von Zellen können deshalb unmöglich dieselben Stoffe als Inhalt, unmöglich dieselbe Wand aus diesem Inhalt abgesondert enthalten. Dieses ist es, was ich S. 381 im Auge hatte, als ich Form, Zusammensetzung und Verrichtungen im wechselseitigen Verbande zu betrachten beabsichtigte.

Decandolle hat schon vor vielen Jahren die bemerkenswerthe Thatsache ausgesprochen, daß Pflanzen, welche äußere Uebereinstimmungen zeigten, auch im Inneren übereinstimmten. Die äußere Gestalt der Pflanzen aber ist weiter nichts als ein Erzeugniß aus den Gestalten der zusammengesetzten Bestandtheile, welche kein gleiches Gebilde darstellen können, wenn sie nicht selbst einander gleich sind, und ebenso kein verschiedenes, wenn sie nicht selbst verschieden sind.

Die von allen Seiten wohl begrenzten und mit dem Inhalt der angrenzenden in Verbindung stehenden Parenchymzellen sind die häufigsten in den krautartigen Theilen, es bestehen daraus ganze Pflanzen-Familien der niedrigsten Bildungen. Sie sind im Inhalte auf zahllose Weise von einander abweichend und zwar viel mehr, als dieser von ihrer Gestalt abhängig sein kann; wo aber zwei Gruppen in derselben Pflanze in der Gestalt verschieden sind, scheinen doch die Zellen derselben Gruppe in Farbe und Ansehen des Inhaltes viel mehr

Uebereinkommendes darzubieten, als zwiſchen den Zellen verſchiedener Gruppen. Ich brauche nur auf gefärbte Pflanzentheile zu verweiſen. Sehr ſchade iſt es, daß die Mikrochemie, welche hierin allein einiges Licht verbreiten kann, hier noch nicht einen einzigen Funken hervorgerufen hat und daß wir uns noch immer auf Farbenverſchiedenheiten berufen müſſen.

Iſt die Geſtalt der Parenchymzellen dieſelbe und der Inhalt verſchieden, ſo wie dieſes in einer ſo großen Anzahl von Pflanzen der Fall iſt, ſo erklärt ſich die Verſchiedenheit aus einer ſehr kleinen urſprünglichen Verſchiedenheit des Zelleninhaltes der Samen, woraus ſie entſtanden ſind.

Es iſt in der ganzen Natur überhaupt ſo, daß eine kleine und oft unmerkliche Verſchiedenheit in den Grundurſachen eine grenzenloſe Verſchiedenheit in den Produkten hervorruft, ſobald die Wirkung der Grundurſache in geringem Maaße abweichend aufgenommen wird. Allein es iſt für jetzt unmöglich, aus dieſen tauſendfachen Wirren des Wirkens auch nur einige Entſtehungsweiſen von Pflanzenprodukten anſchaulich zu machen, und ich will mich damit begnügen, den allgemeinen Begriff, ſo wie ich glaube, deutlich gemacht zu haben*).

Unter die Organe, welche zur Veränderung der Säfte dienen und durch die Pflanzen geführt werden können, müſſen auch die ſogenannten inneren Drüſen (glandulae vesiculares et impressae) geſtellt werden. Sie ſind in der Pflanze vertheilt und oft in großer Anzahl angehäuft. Solche Drüſen ſind Zellenanhäufungen, nur von einer anderen Geſtalt, Farbe und

*) Recht gut und klar ſind die chemiſchen Wirkungen als Urſachen des Stoffwechſels in der Schrift: Das vegetabiliſche Leben oder die chemiſche Affinität von E. Läſche, Leipzig 1844; man ſehe z. B. §. 56. Ich habe nichts daraus aufnehmen können, weil es mir zu ſpät in die Hände kam. Das Werk von Geubel: Die phyſiologiſche Chemie der Pflanzen (Frankfurt a. M. 1845.) habe ich als ein ungeſchicktes Buch bei Seite gelegt. Ich habe es indeſſen geleſen und es hiermit nicht ſo gemacht, als Geubel S. 63 glaubt, wie ich es mit Kaeſtens Philosophie de Chimie gemacht hätte. Es iſt möglich, daß ich Geubel ebenſowenig als Kaeſtens »erfaſſen« konnte, es iſt aber auch ebenſowohl möglich, daß Geubel nicht den ſchwächſten Begriff von Chemie hat.

anderen Beschaffenheiten als die Zellenmasse des Pflanzentheils, in welchem sie vorkommen. Man findet sie in sehr vielen Pflanzen mit ätherischen Oelen, Harzen u. s. w. gefüllt. Der Inhalt einer einzigen Zellengruppe, besonderen Umständen ausgesetzt, muß, wenn auch der Inhalt ursprünglich derselbe ist, als der, welcher in der Pflanze im Allgemeinen vorkommt, zu einem verschiedenen Stoffwechsel in den Bestandtheilen und mithin zur Bildung von eigenthümlichen Stoffen Veranlassung geben. Solche Drüsen findet man in Menge bei Citrusarten, Ruta graveolens und anderen Pflanzen.

Nicht selten trifft man in den Pflanzen einzelne Zellen an, welche eigenthümliche Stoffe enthalten, die von denen, welche in den angrenzenden Zellen enthalten sind, ganz verschieden sind und mithin durch Umsetzung einer kleinen abgeschlossenen Gruppe zu Stande gekommen ist. Die phanerogamischen Wasserpflanzen lassen diese Besonderheit am deutlichsten erkennen, indem sie solche isolirte mit gefärbten Stoffen gefüllte Zellen enthalten, die mitten in der Pflanze roth oder blau gefärbt erscheinen, während die in unmittelbarer Nähe liegenden ungefärbt sind, mitunter findet man die nahe liegenden Zellen mehr oder weniger mit demselben Stoffe gefüllt. Diese Eigenthümlichkeit, welche von Link zuerst in Lysimachia palustris bemerkt ist, wurde von Anderen noch genauer verfolgt. Bei der Lysimachia ist der Farbestoff sehr fein vertheilt rothgelb, harzartig und feinkörnig und die Zelle viel größer als die umgebenden. Nach Meyer sind in den Aloëarten in solchen Zellen die Harze abgelagert, welche man daraus auszieht, und welche nicht in den Milchgefäßen enthalten sein können, weil diese Pflanzen keine enthalten, sondern in verlängerten, in der Nähe der Spiralgefäße liegenden Zellen gefunden werden. Die Gestalt dieser sehr langen Zellen wird auf keinen Fall durch den Inhalt bestimmt, sondern umgekehrt, da in einer jeden Zelle bei jungen Pflanzen meistens nur ein einziges Harzkügelchen gefunden wird und der übrige Theil mit gewöhnlichem Zellensaft gefüllt ist, während übrigens bei dem

Wachsthum der Pflanzen die Menge des Harzes einfacher Weiſe zunimmt. Die Geſtalt beibt ſo wie ſie urſprünglich war.

Bei Valeriana officinalis und Valeriana Phu findet man in der Wurzel der Zellen nahe unter der Oberhaut gleichartige Harzkügelchen, während die weiter nach innen ſtehenden Zellen davon frei ſind und nur Stärke enthalten; ein beſonderer Umſtand, welcher wahrſcheinlich nur einem Oxydationseinfluſſe der Luft zugeſchrieben werden muß. Die dickwandigen, verlängerten, meiſtens mit Tüpfeln verſehenen Zellen (die groſenchymatiſchen und pleurenchymatiſchen) ſind von einem ganz anderen Einfluſſe auf den Zelleninhalt, als die parenchymatiſchen oder merenchymatiſchen, worüber wir nun reden wollen. Die Wände derſelben machen ein wichtiges abſcheidendes Organ aus, d. h. die Stoffe, welche die Wand bilden, ſind von der Art, daß ſie aus dem durch denſelben fließenden Safte denjenigen gleichartige bereiten, welche ſie enthalten. Wenn man das Wort aſſimiliren ſo auffaſſen will, ſo kann man es dafür anwenden. Die Verdickungen der Wände machen die Haupterſcheinung des Stoffwechſels in den Holzgewächſen aus. Hier und da tritt ein einzelnes Nebenproduct zum Vorſchein, allein es iſt die Bildung der mittleren Lage der Holzzellen ſo ſehr vorherrſchend, daß es faſt der einzige Stoff iſt, welcher daſelbſt erzeugt wird. Die Grundurſache von dieſer Gleichförmigkeit iſt unbekannt, aber die Erſcheinung iſt ſehr ſprechend. Die Zellenwände verbrauchen den ganzen Zelleninhalt und Alles, was von feſten Stoffen denſelben zugeführt wird, und bilden daraus unter Austreibung von Sauerſtoff und Verdampfen die inneren Holzſtoffe. Vorzugsweiſe durch die chemiſche Zerſetzung, durch die Holzbildung wird die Kohlenſäure der Luft entzogen und dieſelbe nicht bloß in den Pflanzen angehäuft. Um die Zellenwand aus Celluloſe ſchlägt ſich eine dünne Haut, welche ſich ebenſo wenig wie das Celluloſehäutchen verdickt. Zwiſchen beiden wird in zunehmenden Mengen ſchichtweiſe ein Stoff abgeſetzt, welcher das Celluloſehäutchen immer mehr und mehr durchdringt und die Höhlung der Zelle immer mehr ver-

kleinert. Man sehe §. 497; also eine Erscheinung einer wahren Apposition, welche wir an die Krystallisation anschließen können.

Gefäßsystem.

Man unterscheidet bei den Pflanzen zuerst Spiralgefäße und besondere Gefäße. Was die Functionen der Spiralgefäße anbetrifft, so sind diese noch zweifelhaft. Im Frühjahr, wenn die Pflanze mit Säften überfüllt ist, sind auch sie gefüllt, allein zur Fortleitung von Flüssigkeiten dienen sie nicht, sie enthalten im Gegentheil Luft und nach den Analysen von Droyer eine bedeutende Menge von Stickstoff, viel mehr als in der atmosphärischen Luft enthalten ist. Es ist dieses von der atmosphärischen Luft übrig bleibender Stickstoff, wovon der größte Theil des Sauerstoffs zur Oxydation von angrenzenden Stoffen verbraucht wird.

Die Gefäße, welche Flüssigkeiten fortführen, enthalten in den verschiedenen Pflanzen sehr verschiedene Flüssigkeiten. Man kann hierüber für jetzt nichts Bestimmtes feststellen. Auf welche Weise die Gefäße anfangen und endigen, ist für die Metamorphose der Pflanzenstoffe eine Sache von großer Bedeutung. Die Saftgefäße der Pflanzen, welche mit besonderen Säften gefüllt sind, fangen in der Wurzel an. Sie breiten sich durch Verzweigung in alle Pflanzentheile aus. Wie sie aber endigen, wissen wir nicht. Wahrscheinlich ist der Ort ihrer Grenze sehr verschieden.

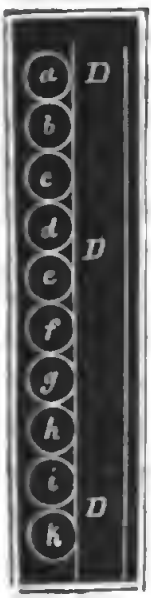
Die Gemeinschaft der Saftgefäße mit den Pflanzenzellen, durch welche die Säfte strömen, liegt in den dünnen Wänden, so wie die Zellen selbst unter einander durch das Zellenhäutchen mit einander in Communication stehen. Sie bewerkstelligen eine Communication zwischen abgesonderten Zellen, ohne daß der in den Gefäßen enthaltene Saft mittlerweile die vielfache Veränderung erleiden kann, welche der endosmotische Austausch mit sich bringt. Ganz und gar unverändert kann in-

dessen der Inhalt der Gefäße nicht durch dieselben fortgeleitet werden, weil unter den in kleinen Kanälen (S. 802) stattfindenden Umständen sehr zusammengesetzte Gemenge nicht ohne Wechsel mit einander in Berührung bleiben können.

Wenn durch die Wurzel ein klarer, von allen darin suspendirten Theilen befreiter Saft aufgesogen wird, so wie sich dieses aus den Versuchen von Payen ergiebt, und dieser in einem höheren Theile des Saftgefäßes trübe wird, so hat derselbe unterwegs in Wasser unauflösliche Theile erhalten. Diese Theile sind in dem Gefäße gebildete Stoffe, in Chelidonium z. B. ein Gummiharz. Eine Flüssigkeit, welche durch ein chemisch ganz unthätiges Röhrchen fließt, kann dadurch auch keine chemische Veränderung erleiden. Die chemische Veränderung muß mithin eine Folge von einer Umsetzung der Stoffe in dem Saftgefäße selbst sein, welche durch den an dasselbe angrenzenden Zelleninhalt erzeugt wurde.

Seitwärts wird nämlich stets von Saftgefäßen, die von Zellen umgeben sind, unaufhörlich Flüssigkeit in diese Zellen durch dieselben Ursachen übergeführt, welche die Flüssigkeit in den Zellen von der einen Zelle zur anderen in die Höhe führen (Endosmosis). Dadurch verlieren aber die Saftgefäße stets von der Flüssigkeit, welche sie enthalten. Auf dieselbe Weise empfangen sie aber auch Flüssigkeiten von dem Inhalte anderer Zellen, längs welchen sie entlang laufen. Man muß daher das Entstehen der unauflöslichen Theilchen in einem ursprünglich klaren Safte der Gefäße von dem Ein- und Austreten anderer an und für sich klarer Säfte ableiten. Auf dieselbe Weise aber müssen auch eine Menge anderer Erscheinungen, welche an unauflöslichen Theilchen nicht erkannt werden können, abgeleitet werden, und auf solche Weise sind die Saftgefäße einerseits sowohl Ursachen einer trägeren oder geringeren chemischen Thätigkeit, als diejenige ist, welche in dem Zelleninhalte stattfindet, andererseits aber sind sie auch Ursache von einem vermehrten Stoffwechsel, welcher durch eine andere Beziehung der verschie-

denen Flüssigkeiten derselben Pflanze unter einander als diejenige, welche bei einer Zellengemeinschaft möglich ist, verursacht wird.



Um es noch deutlicher darzustellen, in welcher Weise ein Saftgefäß auf den Stoffwechsel oder die Ergänzung von neuen Producten von Einfluß ist, wollen wir die kleinen materiellen Verschiedenheiten, welche in den Inhalten von angrenzenden Zellen bestehen, mit a, b, c, u. s. w. bezeichnen. Wechseln nun k und i durch Endosmose, so ist das Resultat davon zuerst ein Gemenge k i, zweitens aber auch ein chemisches Product der Wirkung von k auf i und von i auf k. Nennen wir dieses chemische Product einmal p, so ist nach dem Wechsel in der vorletzten Zelle nicht mehr der Inhalt k, sondern k, i, p. Ebenso ist in der zweiten Zelle von unten nicht mehr der Inhalt i nach dem Wechsel, sondern i, k, p. Es ist nur i, k, p, was mit h wechselt, und nicht mehr i. Dasselbe findet weiter aufwärts in allen Zellen Statt.

Man sieht hieraus die Möglichkeit einer fortwährenden Zunahme von neuen chemischen Stoffen, je nachdem der endosmotische Wechsel zunimmt.

Befindet sich nun in der Nähe dieser Zellen ein Gefäß, so ist damit eine neue Veranlassung zum Stoffwechsel gegeben, denn während, außer des Gefäßes, k keine Gemeinschaft weiter mit a als durch alle dazwischen liegenden Zellen hat, wodurch in dieser kleinen Anzahl Zellen bereits ein Gemenge und ein chemisches Produkt der Reactionen von k i h g f e d c b a erzeugt wird, so vermittelt nun das Gefäß eine unmittelbare Gemeinschaft unter allen darangrenzenden Zellen. In dieses Gefäß aber treten k, i..a ein und der Inhalt desselben D aus. Es entsteht mithin in dem Gefäße ein chemisches Product von D. k, i...a und in einer jeden angrenzenden Zelle ein Gemenge und

ein chemisches Product, von dem Inhalte aller angrenzenden Zellen und von D.

Da nun Alles, was die Gemeinschaft der Pflanzenbestandtheile befördert, die Menge der Producte vergrößert, so müssen die Zellenpflanzen viel geringere materielle Verschiedenheiten darbieten als Gefäßpflanzen.

In dem Maße nun, als das System der Saftgefäße zusammengesetzter ist, in gleichem Maße treten mehr Bestandtheile aus demselben in die Zellen und aus diesen in die Gefäße und vermehren den chemischen Einfluß der Stoffe auf einander. Mit anderen Worten: Mit dem Zunehmen der Metamorphose des Stoffes muß die Anzahl besonderer Bestandtheile in den Pflanzen vergrößert werden.

Auf die angeführten Gründe hin glauben wir daher, die Saftgefäße insofern als chemisch unthätig betrachten zu müssen, als sie wegen der Verdickung ihrer Wände keine materielle Veränderung erleiden (S. 516) oder auf den Inhalt ausüben können, sie müssen als Fortleiter des Zellensaftes nach den Zellen hin und als Empfänger eines Theiles des Zelleninhaltes betrachtet werden.

Pflanzensaft.

Wenn man jemals Rechenschaft von den Verrichtungen des Pflanzenreiches geben will, so muß man sowohl die Flüssigkeit kennen, welche in den Zellen eingeschlossen ist, als diejenige, welche durch die Pflanze fortgeführt wird und die Structurstoffe (bowstoffen) herzuführt, wodurch aller Stoffwechsel in derselben zu Stande kommt.

In den Pflanzen ist nicht eine circulirende Flüssigkeit vielen gemein, es herrscht gewiß eine so große Verschiedenheit in dem Pflanzensafte als es Pflanzenfamilien giebt, welche dieselben Bestandtheile erzeugen. Noch mehr: es ist nicht bloß in einem jeden Pflanzentheile, sondern in einem jeden elementaren Pflanzengewebe der Saft derselben verschieden, er ist in der

Blüthe anders als im Blatte, in den Staubgefäßen anders als im Griffel, in den Antheren anders als im Filamentum und endlich im Pollen anders als in den Antheren.

Die große Menge von Analysen, welche von Pflanzentheilen und von Pflanzensäften entweder in medicinischer Hinsicht oder für technische Zwecke angestellt sind, lehren deshalb wenig oder gar nichts für die Physiologie der Pflanzen: für die Kenntniß von dem Stoffwechsel, welcher in denselben vor sich geht und für die davon abhängigen Verrichtungen.

Was sollte man von den chemischen Veränderungen, welche die Speisen in den Eingeweiden der Thiere erleiden, von der Speiseverdauung lernen können, wenn man von dem Thiere nur Kopf, Beine und Haare entfernte und den Leib mit Allem, was er enthält, analysirte: Auf diese Weise sind aber die Pflanzen bis jetzt nur behandelt und deshalb ist die Pflanzenphysiologie weit hinter der Thierchemie zurück.

Daß die Pflanzensäfte zuerst unterschieden werden müssen, je nachdem sie in Zellen oder in Saftgefäßen enthalten sind, ist aus dem im §. 822 Angeführten deutlich. Von den Säften, welche in den Zellen enthalten sind, weiß man nichts Besonderes, allein von demjenigen, welcher die jungen Zellen ernährt, hat man eine allgemeine Vorstellung, man nennt diesen Saft das Cambium. S. S. 391.

Bei den großen Schwierigkeiten, welche der Gewinnung von Pflanzensäften entgegentreten, sowohl von den einzelnen Zahleninhalten, als von denen, welche in den Gefäßen enthalten sind, bleibt uns nichts weiter übrig, als sie zusammen aufzunehmen.

Sobald als sie von der ersten Wurzelzelle in die zweite übergegangen sind, sind sie nicht mehr dieselben Stoffe, welche in der ersten Zelle enthalten waren, und so wie sie mehr und mehr Zellen durchdringen, ändern sie sich auch noch weiter um. Dieses sieht man auch in der ganzen Pflanze, wenn man in verschiedenen Höhen Querdurchschnitte macht, daß die Flüssigkeit

von immer anderer Art ist. Inzwischen muß man darin vorsichtig sein, diese Verschiedenheit einer einzigen Ursache zuzuschreiben.

Knight fand den Saft von Acer platanoides am Boden von 1,004 spec. Gewicht, in einer Höhe von 2 Meter über dem Boden von 1,008 und 4 Meter hoch von 1,002 spec. Gewicht.

Der Saft vom Flieder reagirt sauer, ist farblos, schmeckt süß und enthält außer Wasser: Zucker, Extractstoff, essigsauren Kalk (?), essigsaures Kali (?); mit Hefe giebt er Weingeist.

Die Buche (Fagus sylvatica) giebt im April einen röthlich gefärbten Saft, dieser reagirt schwach sauer und enthält essigsauren Kalk (?), essigsaures Kali (?), Extractstoff, Gerbsäure und Galläpfelsäure.

Ulmsaft enthielt im April auf 1028 Th. Wasser 9 Th. essigsaures Kali (?), 1 Th. organische Stoffe und 1 Th. kohlensauren Kalk. Vauquelin.

In dem Safte des Weinstocks fand Regimbeau zweifach weinsaures Kali, weinsauren Kalk, Schleim und freie Kohlensäure.

Riat, welcher viele Säfte auf Zucker untersucht hat, fand denselben in sehr vielen und zwar unter zwei Gestalten: als Traubenzucker und als Rohrzucker, außerdem noch einen gummiartigen Stoff (Dextrin) und einen thierischen (Pflanzeneiweiß); auf andere Stoffe hatte er die Aufmerksamkeit nicht gerichtet.

In der Rambuca guaduas, einer tropischen und zu den Gramineen gehörenden Pflanze, welche zwischen ihren Zellen große Höhlungen hat, welche mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt sind, die man im Geschmack nicht von Wasser unterscheiden kann, fand Boussignault beinah nichts Anderes als Wasser, und nur Spuren von schwefelsauren und salzsauren Salzen, sehr wenig organische Stoffe und Kieselsäure *).

*) Economie rurale I. p. 122. Man sehe ferner Boussignault über Pflanzensäfte.

Es giebt aber sehr viele Pflanzensäfte, welche so viel Zucker aufgelöst enthalten, daß sie durch Gährung eine Art Wein geben, so wie die Birken, Cocos butyracea; es ist ferner der Zuckergehalt des Zuckerrohrs und der Arenga saccharifera überflüssig bekannt.

Langlois hat den Saft einiger Pflanzen untersucht. Der Saft von einem am 30. März angezapften Weinstock reagirte sauer, Barytwasser ließ Kohlensäure erkennen, oxalsaures Ammoniak zeigte Kalk an, die Kohlensäure entwickelte sich obendrein in der Wärme. 3 Kl. gaben beim Verdampfen 7 Gramme Rückstand, worunter während des Verdampfens 0,45 weinsaurer Kalk ausgeschieden wurde.

Es fanden sich darin noch 0,02 salpetersaures Kali und geringe Mengen von anderen nicht näher bestimmten Stoffen, keine äpfelsauren Salze, aber etwas Eiweiß. Der gegen Ende April gesammelte Nußbaumsaft enthält freie Kohlensäure, Pflanzeneiweiß, einen gummiartigen Stoff, einen fetten Stoff, milchsauren Kalk(?), milchsaures Ammoniak (?), milchsaures Kali (?), äpfelsauren Kalk, Kochsalz, Nitrum, schwefelsauren und phosphorsauren Kalk.

Im Juni gesammelter Lindensaft enthielt Rohrzucker, Pflanzeneiweiß, einen gummiartigen Stoff, einige Salze, unter welchen Salmiak und essigsaures Kali (?) sich befanden. Comptes rend. T. 17 und 11.

Schultz (Flora 1842. S. 49) hat den frischen Saft von Betula alba, Acer platanoides, Carpinus betulus zu verschiedenen Zeiten des Frühjahrs weiter verfolgt. Nach ihm enthält der Saft zuerst Dextrin, er vergleicht es mit dem Dextrin aus Stärke, und dann Zucker. Dieser Zucker ist größtentheils Traubenzucker, und da wo sich Rohrzucker findet, wie im Ahorn, ist dieser noch mit Traubenzucker gemengt.

Das Ammoniak, welches Schultz mit Kalilauge aus

dem zur Syrupdicke abgedampften Birken- oder Ahornsafte entwickelte, kann hier wie in vielen anderen ähnlichen Fällen vom Eiweiß abstammen, es ist unmöglich auf diese Weise das Vorkommen von Ammoniaksalzen in Pflanzensäften festzustellen, so sehr es auch nicht zu bezweifeln ist, daß es in vielen Pflanzensäften vorkommt. Die allgemeinen Stoffe, welche in dem Zellensafte nicht zu fehlen scheinen, sind außer einer großen Menge Wasser, Eiweißstoff und der Seifenstoff (zeepstoffe) von Scheele. Mit diesen sind die anorganischen, aus dem Boden aufgenommenen Salze und die Ammoniaksalze, mögen sie nun aus denen der Quellsatzsäure, der Quellsäure ic. oder aus zum Theil zersetztem Protein entstanden sein. Mehr sind es durchgehends nicht, die wir finden, und wir gehen mithin nicht zu weit, wenn wir annehmen: daß drei Hauptbestandtheile vor allen anderen hervorgehoben werden müssen: das Dextrin, der auflösliche Eiweißstoff und der Seifenstoff (zeepstoffe) von Scheele.

Der Weg des aufsteigenden Saftes.

Magnal hat im Jahre 1709 zuerst das schon früher in der Anatomie des Menschen gebräuchliche Mittel angewandt, durch Farbstoffe den Weg, welchen die durch die Wurzel aufgesogene Flüssigkeit nimmt, sichtbar zu machen. Dieses war durch Einspritzen nicht möglich; da aber die lebende Pflanze selbst die Säfte in die Höhe führt, so war das Mittel gegeben, nun die Richtung zu verfolgen, welche derselbe in den Pflanzen nimmt. Er wandte dazu den gefärbten Saft von Phytolacca an; Duhamel und Bonnet bedienten sich dazu eines Abzuges von Krapp- oder Fernambukholz. Hill wandte Cochenillauszug an und ebenso eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd, dessen Anwesenheit nachher, wenn die Pflanze in Schwefelammonium getaucht wurde, dargethan werden konnte. Breant preßte, um Holz gegen Verderb-

niß zu schützen, fäulnißwidrige Stoffe in Holz und Moll zu Rotterdam wandte dazu später Kreosot an.

Die Versuche, um, wie in letzterem, durch Pressen Flüssigkeiten in Holz zu treiben, mißglückten für alle wässerigen Flüssigkeiten. Kyan's Mittel, eine Auflösung von Sublimat in Wasser, liefert hierfür ein Beispiel, es ist allein dadurch nützlich, und dieses ist auch genügend, daß es von außen angebracht, gegen Verderbniß schützt, im Uebrigen dringt es nicht in's Holz. Delige Körper, wie Kreosot, welche man in einigen Richtungen in's Holz preßte, verbreiten sich durch Capillarität weiter und durchdringen endlich das ganze Holz. Vor allen verdienen die Versuche von Boucherie *) in unserer Beziehung einer Bemerkung, wenn er sie schon mehr in technischer Beziehung angestellt hatte. Derselbe bediente sich des rohen holzessigsauren Eisenoxydes, d. h. in rohem Holzessig aufgelösten Eisenoxydes, welches er an Baumstämme so anbrachte, daß diese davon durchdrungen wurden. Er stellte nämlich frisch gefällte Baumstämme, mit ihrem unteren Ende in eine solche Auflösung und sah dieselbe nicht bloß in die Stämme, sondern sogar in die Blätter emporsteigen.

Statt die Bäume abzusägen und in die Flüssigkeit zu stellen, ließ er sie später im Boden stehen, bohrte Löcher oberhalb der Wurzel in den Stamm, füllte diese stets mit der Flüssigkeit und erreichte denselben Zweck. Im December und Februar stieg die Flüssigkeit bei diesen Versuchen nur wenig; im Frühjahr aber, im Sommer und namentlich im Herbst dagegen sehr stark. Auch im Winter trat kein vollkommener Stillstand der Pflanzensäfte ein, sie stiegen nur in geringerem Maße und zwar bei den immergrünen Bäumen, z. B. den Coniferen, im Winter in nicht so geringem Grade als bei den

*) Ann. de chim. et de phys., T. 74, p. 113.

blätterlosen Bäumen. Baumstämme, von welchen man die Zweige abgeschnitten und den Gipfel mit seinen Blättern sitzen ließ, zeigten stets ein bedeutendes Aufsteigen der Flüssigkeit. Im Allgemeinen ist das Aufsteigen am stärksten, je schneller man nach dem Fällen der Stämme den Versuch in's Werk stellt. Nach 36 bis 48 Stunden sah Boucherie diese Erscheinung noch sehr merklich, nach 10 Tagen aber fand sie nicht mehr Statt.

Aus dem Versuche von Boucherie und seinen Vorgängern geht hervor, daß gefärbte Flüssigkeiten nicht durch den Bast oder durch das Mark, sondern stets durch das Holz in holzigen Gewächsen aufsteigen und zwar am meisten durch das jüngste, aber auch durch das ältere; Boucherie sah ferner in der Mitte der Stämme einen Kern von einer gewissen Stärke undurchdrungen übrigbleiben, dieser Pflanzentheil enthält also auch in der lebenden Pflanze keine Flüssigkeit mehr, sondern bleibt als unthätiger lebloser Körper zurück. Wenn man unter Splint den Theil des Holzes versteht, der durch holzessigsaures Eisenoxyd durchdrungen wird, so müßten in der Regel $^3/_4$ des Stammes aus Splint bestehen. Eine aufgesogene Flüssigkeit dringt daher zu $^3/_4$ in's Holz ein, und $^1/_4$ derselben ist dabei ohne Einfluß; in jungen Zweigen wird Alles, und in krautartigen Pflanzen wird das ganze Gewächs durchdrungen.

Hales sah, daß vom Bast befreite Apfelbaumzweige gefärbte Flüssigkeiten ebenso aufnahmen, als wenn sie mit Bast bekleidet wären; Decendell dagegen beobachtete, daß in eine gefärbte Flüssigkeit bloß mit dem Baste gesteckte Fliederzweige kein gefärbtes Holz bekamen*).

Aus diesen Versuchen geht es denn zur Genüge hervor, daß Flüssigkeiten, die durch die Wurzelfasern aus dem Boden aufgenommen sind, an den Holzkörper der Pflanzen abgegeben

*) Phys. veget. Tom I., p. 83.

und von diesem weiter bis zu den äußersten Enden der Blätter, Blumen und Früchten fortgeführt werden.

Daß bei diesem Aufsteigen Zellen und Gefäße durchdrungen werden, ist aus den Beobachtungen ersehen.

Die Versuche von Boucherie sind von Mohl (Bot. Zeit. 1843) wiederholt, indem abgesägte, noch lebende Baumstämme in in Holzessig gelöstes Eisenoxyd gestellt wurden. Birkenholz wird ganz und gar gefärbt, von Eichen aber nur die 8 äußersten Jahrringe. Bei letzteren waren die Markstrahlen und ein Theil der Gefäße schwarzbraun geworden. Längs- und Querschnitte hiervon wurden in Blutlaugensalzlösung gelegt und darauf eine freie Säure hinzugefügt; dadurch wurden sowohl Zellen als Gefäße schön blau.

Nach diesen Versuchen des berühmten Gelehrten bleiben die Versuche von Boucherie noch unfruchtbar für die Pflanzenphysiologie. Daß eine zum Theil ölige, zum Theil wässerige Flüssigkeit da hindurchdringt, wo ein wässeriger Pflanzensaft im natürlichen Zustande nicht hindurchdringen kann, ist leicht davon abzuleiten, daß Kreosot, Eupion ꝛc. und alle Bestandtheile des sogenannten holzessigsauren Eisenoxydes ein besonderes Vermögen haben, durch Capillarität emporzusteigen und auf solche Weise hindurchzudringen, wo wässerige Stoffe allein nicht hindurchdringen können. Steigen nun die Pflanzensäfte allein durch die Gefäße auf, so kann eine so starke Fortbewegung seitwärts durch die Zellen hier sehr wohl durch die brenzlichen Oele befördert sein und eine so starke seitliche Fortbewegung vielleicht gar nicht in der lebenden Pflanze vorkommen. Dieses holzessigsaure Eisenoxyd liefert daher eine Flüssigkeit, die nicht dazu dienen kann, über das Aufsteigen von Säften durch Zellen und Gefäße weniger Licht zu verbreiten.

Durch Rominger sind dann (Bot. Zeitg. 1843) von Neuem Versuche über die Saftbewegung der Pflanzen angestellt, indem er die Pflanzen zuerst Blutlaugensalz aufnehmen

ließ, sie dann abschnitt und in Eisenoxydlösung tauchte. Er fand dabei, daß die Zellenpflanzen kein besonderes Zellensystem für die Fortleitung der Säfte besitzen und daß bei allen Gefäßpflanzen der Saft allein durch die Gefäße aufsteigt. Wir werden sogleich sehen, daß dieser Schluß nothwendig falsch sein muß.

Beim Bohren von Löchern in das Holz gerade aufgestellter Baumstämme sah Boucherie die hineingegossenen Flüssigkeiten, ebenso wie beim Bohren von Löchern unten in den Stamm, sowohl in die Zellen als in die Gefäße eindringen, und es ist dieser Versuch daher nicht im Stande, die für die Pflanzenphysiologie so wichtigen Fragen zu lösen. Durchbohrte und mit Flüssigkeit angefüllte Gefäße müssen immer dasselbe hindurchlassen, auf welche Weise die Flüssigkeit auch denselben dargeboten wurde. Boucherie sah dieselbe, wenn sie oben angebracht wurde, sehr schnell aus einer unten angebrachten Oeffnung ausfließen und machte davon Gebrauch, um mancherlei Stoffe aus frischen Baumstämmen auszuspülen und dafür andere, als Salzlösungen verschiedener Art, hineinzubringen. Aus einem Buchenstamm von 16 Meters Höhe und 86 Centim. Durchmesser konnte Boucherie in 25 Stunden Zeit im Monat December auf diese Weise 3,60 Litre Pflanzensaft austreiben und dafür 3,220 Litre holzessigsaures Eisen einführen. Dieser Saft war offenbar aus Saftgefäßen abstammend, die bei den gemachten Oeffnungen durchbohrt waren und ganz einfach durch Deplacirung die eine Flüssigkeit verloren hatten, um andere dafür aufzunehmen. Man lernt daher wenig daraus für die Art des Aufsteigens der Säfte aus dem Boden. Dieses nur lehrt der Versuch, daß in Buchenholz wirklich fortlaufende Gefäße vorkommen, die von oben bis unten reichen und Flüssigkeiten führen, die bei der Saftleitung und dem davon abhängenden Stoffwechsel allerdings zu beachten sind.

Die Versuche und Beobachtungen von Brücke (Poggend.

Annal. Bd. 63. S. 177. 1844.) über die Saftbewegung verdienen unsere Aufmerksamkeit sehr. Derselbe hat auf die entschiedenste Weise wahrgenommen, daß im Frühjahr der ganze Holzkörper bereits mit Saft gefüllt war, bevor die Spiralgefäße damit gefüllt waren. Diese sind mit Luft gefüllt und erhalten erst dann, wenn Alles in der Pflanze von Flüssigkeit überströmt, so viel davon, daß sie dadurch unter Austreibung der Luft gefüllt werden. Alle Zellenhöhlungen nehmen daher Flüssigkeiten auf, die die Pflanze dem Boden entnimmt, alle Zellenhöhlungen führen diese weiter aufwärts, keinenfalls die Gefäße allein und am wenigsten die Spiralgefäße, so wie sich dieses auch aus der einfachsten Vorstellung über den Bau der Pflanzen ergiebt. Aus dem Zelleninhalte wird der Saft in die Spiralgefäße gepreßt und zwar mit einer Kraft, die selbst das Ausfließen aus den Spiralgefäßen möglich macht, ohne daß darum das Aufsteigen des Saftes durch die Spiralgefäße zu geschehen braucht. Im Gegentheil, da die Spiralgefäße weiter sind als die Zellen, so können sie keinenfalls durch capillares Aufsaugen Säfte emporführen und in die Zellen übertragen, die Zellen müssen gerade die Säfte fortführen und bei Ueberfluß daran in die Spiralgefäße ausstoßen, so daß sie daher bei Querdurchschnitten aus jenen ausfließen und, wenn nichts durchschnitten ist, in denselben höher hinaufgeleitet werden können.

Dieses Resultat, welches auf Beobachtungen gegründet ist, und die älteren von Hales und Brücke selbst, sind von besonderer Bedeutung; sie geben den Schlüssel zu einer sehr gewichtigen Erscheinung in dem Pflanzenleben.

Die erste Ursache der Bewegung der Flüssigkeiten in der Pflanze, die im Frühjahr eintritt, liegt ohne Zweifel in den chemischen Veränderungen der im vorhergehenden Jahre bereiteten und übriggebliebenen Stoffe; sie liegt namentlich in der Verwandlung der Stärke und des Holzes, die in der ersten Frühjahrswärme in Dextrin und Zucker umgesetzt werden.

Indem hiezu Wasser erforderlich ist, indem Amylon, um in Dextrin überzugehen, Wasser aufnehmen muß, fangen die Wurzeln an, durch Endosmose Wasser aus dem Boden aufzunehmen. Während der Zeit fangen die Blätter an sich zu entwickeln und so wie sie der Atmosphäre einen Theil ihrer Oberfläche darbieten, unterstützen diese feuchten Flächen die Verdampfung, die schon in den jüngsten saftreichen Zweigen, ja selbst im Baste des Stammes begann, um dadurch die unaufhörliche Zufuhr von Flüssigkeit aus dem Boden zu unterhalten, so lange dieses nur die Wärme und der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zuläßt. Im Winter aber, wo die Blätter abgefallen sind und einigermaßen ein Stillstand eingetreten ist, geht dennoch das Verdampfen durch die Zweige und den Stamm immer fort, da Muschenbroek wahrgenommen hat, daß selbst das Eis noch verdunstet. Dadurch aber, daß die Pflanze austrocknet, wird die Aufnahme von Flüssigkeit im nächsten Frühjahr vorbereitet und es fängt diese an, sobald die ersten Spuren von Stoffwechsel durch erhöhte Temperatur der Atmosphäre sich einstellen.

Man kann daher als allgemein Folgendes aufstellen: durch alle Pflanzentheile, die nicht mit Fetten, Oelen und Harzen gefüllt und nicht mit vollkommen undurchdringlichen Ablagerungen bedeckt sind, vorzugsweise durch die engsten, werden die Säfte der Pflanzen fortbewegt, durch die Spiralgefäße nur bei Ueberfluß und also nur während einer kurzen Zeit der Vegetation — in dieselben gepreßt werden die Säfte besonders durch die Zellen und bei den besondere Milchgefäße besitzenden Pflanzen auch durch diese von einem Pflanzentheil zum anderen fortgeleitet.

Was nun die Menge Feuchtigkeit anlangt, die eine Pflanze im Sommer aus dem Boden aufnimmt, so steht diese im Verhältniß zu der Temperatur der Atmosphäre zum Durchmesser der Stämme oder der Stengel der Pflanze, zu der Oberfläche, die die Blätter der Luft darbieten. In heißen Tagen ist die

Wasseraufnahme viel beträchtlicher als in kalten, bei dicken Baumstämmen ist sie stärker als bei dünnen und eine Pflanze, die, wenn die übrigen Verhältnisse dieselben bleiben, die doppelte Blätteroberfläche im Vergleich zu einer anderen der Atmosphäre darbietet, z. B. eine Pflanze derselben Art, die die doppelte Anzahl Blätter hat, als eine andere, muß in derselben Zeit eine doppelte Menge Flüssigkeit durch die Wurzeln aufnehmen.

Diese Beobachtungen führen zu dem Nachstehenden: Es sind die Leitung durch den Stamm und die Verdampfung des Wassers durch die Blätter die ersten Bedingungen, von denen die durch die Wurzeln aufgenommenen Wasserquantitäten abhängig sind, und es hängt bei derselben Leitung durch die Pflanze dieselbe nur von der Verdampfung in den Blättern ab.

Die Beobachtungen von Sanè, daß im Frühjahre viel mehr Saft durch die Pflanze ströme und daher auch mehr Feuchtigkeit aus dem Boden genommen werde, als im Sommer oder im Herbste, steht hiermit nicht im Widerspruche. Es ist zwar richtig, daß im Frühjahr die Temperatur niedriger ist als im Sommer, allein es ist auch den Winter hindurch das Aufsteigen der Flüssigkeit aus dem Boden verhindert gewesen und diese daher durch die Verdampfung im letzten Herbste vermindert. Es muß daher im Frühjahre bei der ersten Wärme, bevor noch Blätter da sind, der stattfindenden Verdampfung wegen, viel Wasser aus dem Boden aufgenommen und über die ganze Oberfläche der Pflanze verbreitet werden; es fügt sich noch ferner dazu die Entwickelung der Knospe, welche die angrenzenden Flüssigkeiten verbraucht und dadurch die darunterliegenden Theile derselben beraubt und so das Aufsteigen der Flüssigkeiten aus immer niedriger gelegenen Theilen und endlich aus dem Boden durch die Wurzeln befördert.

Es muß dem Bisherigen zufolge als unrichtig erscheinen, die Verdampfung des Wassers der Blätter als die einzige Ursache der Flüssigkeitsaufnahme der Pflanzen aus dem Boden zu

betrachten. Woher kommt denn das Aufsteigen des Saftes im Frühjahre, ehe noch Blätter da sind?

Wenn es aber wahr ist, daß die Verdunstung eine Hauptbedingung des Aufsteigens ist — und es ist aus dem eben Mitgetheilten hervorgegangen, daß sich dieses so verhält — dann ist auch die Entwickelung der jungen Theile im Frühjahre und der Bedarf an Wasser, um sich entwickeln zu können, die erste Ursache des Aufsteigens des Saftes im Frühjahre. Man muß hier zwei verschieden wirkende Ursachen unterscheiden, die eine bezieht sich auf feste, aber aufgelöste Bestandtheile des Pflanzensaftes im Frühjahr, die zweite nur auf den Wassergehalt des Saftes. Den ersten Einfluß kann man sich einfach so vorstellen: Wenn man in zwei Gefäßen, die dieselbe Salzlösung, aber von verschiedener Concentration, enthalten und die durch einen Heber mit einander in Verbindung stehen, in dem einen die Krystallisation bewirkt, während die Flüssigkeit im anderen dazu ein wenig zu schwach ist, so wird man von der schwächeren das Salz nach der ursprünglich stärkeren Lösung hinströmen sehen, so wie diese durch das Absetzen von Krystallen sich verdünnt. Ebenso verhält es sich bei der Entwickelung von neuen Knospen. So wie aus Dextrin Cellulose gebildet wird, wird auch der vorhandene Pflanzensaft verdünnter. Durch Austausch der in den unmittelbar an einander grenzenden Zellen enthaltenen Stoffe wird dieses gestörte Gleichgewicht wieder hergestellt.

Die neugebildeten Zellen aber bedürfen Flüssigkeit, um einen Raum zu füllen, der früher durch den Pflanzentheil nicht eingenommen wurde. Das Bläschen, was früher nicht da war und neu gebildet ist, bedarf Flüssigkeit, die nirgends anders als vom Boden kann herzugeführt werden.

So lange nun die Entwickelung von neuen Zellenreihen fortdauert, währt auch diese Quelle von Saftaufführung fort und wird durch die sich immer mehr und mehr entwickelnden Theile unterstützt, bis nach vollständiger Entwickelung allein durch Verdampfung das Aufsteigen von Flüssigkeiten aus dem Boden bewirkt wird.

Das Verdampfen aber fängt im Frühjahr sogleich an, sobald nur die Knospe geöffnet ist, und wenn schon die Theilchen derselben viel kleiner sind, so sind sie auch viel zarter und einer stärkeren Verdunstung fähig, als ebenso große Oberflächen der Blätter im Sommer. Die noch mit wenig festen Stoffen gefüllten jungen Zellen geben so viel bessere Gelegenheit, das Wasser an die Atmosphäre gelangen zu lassen, als die älteren Blätter. So gehört denn auch das Verdampfen der Flüssigkeit im Frühjahr zu den kräftigsten Ursachen, welche die Aufnahme von Nahrung aus dem Boden bedingen; man hat nicht nöthig, sich nach anderen Ursachen umzusehen, um dieses Aufsteigen der Säfte zu erklären.

Der so eben genanten Ursache der Saftverdünnung durch Veränderung des Dextrins in Cellulose tritt eine andere und gewichtige entgegen. Sobald nämlich, als die Blätter anfangen entwickelt zu werden, bilden sie unter dem Einfluß und der Mitwirkung von organischen Stoffen, von CO^2 und H^2O Körper, die CHO enthalten, indem O austritt. In den jungen Zellen der Blätter findet daher Bildung von festen Stoffen Statt. Diese festen Stoffe bedürfen Wasser, um verdünnt zu werden, nach Gesetzen, die weiter unten auseinanderzusetzen sind, und so wie nun eine Verdunstung stattfindet, muß in demselben Maße ein Aufsteigen des Pflanzensaftes von der einen Zelle in die andere und also durch die ganze Pflanze hin eintreten.

Wenn nun immerhin die Verdünnung des Pflanzensaftes — durch die Veränderung von Dextrin in den häutigen Säckchen in Cellulose — eine Art von Compensation in der Bildung von neuen festen Stoffen aus der durch die Blätter aufgenommenen Kohlensäure findet, so laufen doch beide Verrichtungen auf das Vermehren der Zellenreihen hinaus, zugleich also auch auf das Anfüllen derselben mit Feuchtigkeit, auf ein stärkeres Verdampfen durch die vergrößerte Oberfläche

der grünen Blätter und endlich alſo auf das Aufſteigen von Säften aus dem Boden.

Hinabſteigen der feſten Stoffe in dem aufſteigenden Pflanzenſafte.

Zu den wichtigſten Quellen der Bildung complexer Verbindungen in den Pflanzen muß vor allen die gezählt werden, wo zwei ſehr verſchiedene Nahrungsſtoffe in entgegengeſetzter Richtung auf einander ſtoßen: die organiſchen Ammoniakſalze und die anorganiſchen Salze, von dem Boden mit kohlenſäurehaltigem Waſſer durch die Wurzeln eingetreten, und die Kohlenſäure, die durch die Blätter eintritt. Iſt aber die Haupturſache der Aufnahme von neuen und eigenen Verbindungen in den Pflanzen, die grenzenloſe Vervielfachung der kleinen Räume, der kleinen Werkſtätten, worin die Stoffe eingeſchloſſen ſind, woraus ſie ununterbrochen ein- und austreten, iſt wirklich die Schöpfungskraft neuer Verbindungen in der vielfachen Gelegenheit zur Vermengung der Beſtandtheile gelegen, ſo müſſen bei zwei einander entgegengeſetzten Strömen von ganz verſchiedenen Stoffen die Erzeugniſſe ganz bedeutend an Anzahl zunehmen. Der Eiweißſtoff, der ſtets von der Wurzel aus herbeigeſchafft wird, hat überall, wo er auf ſeinem Wege niederſinkende ſtickſtofffreie Verbindungen antrifft, Gelegenheit, ſeinen Zerſetzungszuſtand auf dieſe zu übertragen, indem der Stoff, der die Urſache der Desoxydation iſt, und ohne Zweifel ebenfalls aus der Wurzel mit herbeigeführt wird, der Zerſetzung eine beſtimmte Richtung giebt.

Wenn man ſich in der That in der Vorſtellung von der Verſchiedenheit der Umſtände, denen die von außen aufgenommenen Nahrungsmittel ausgeſetzt ſind, vertieft, ſo muß man ſich wundern, daß die organiſchen Gruppen, die Folgen davon ſind, nicht noch zahlreicher ſind; namentlich muß es auffallend erſcheinen, daß ſo viele ganz identiſche Gruppen,

wie Cellulose, Dextrin, Stärke u. s. w. in den Pflanzen Bestand haben können. Man sollte eher geneigt sein, auch nicht einmal den Inhalt zweier Zellen aus dem ganzen Pflanzenreiche denselben zu nennen, als Schwierigkeiten in der Vorstellung von Verschiedenheit, Mannichfaltigkeit und Ueberfluß der Verbindungen zu finden. Aber lediglich aus dem Grunde, weil die Allotropie der Stoffe nicht grenzenlos ist, sondern weil sie beschränkt zu sein scheint, und weil die Verbindungen der Grundstoffe nur wechseln, um vielfache Ganze zu bilden, die eine gewisse Grenze nicht überschreiten, nur deshalb ist die Anzahl der Pflanzengruppen nicht noch größer. —

Um nun über das, was zu Anfang dieses Kapitels hingestellt ist, eine Vorstellung geben zu können, will ich die Holzbildung als Beispiel nehmen und vorher mittheilen, was man bis jetzt für Ansichten darüber aufgestellt hat.

Die Art und Weise, wie die Holzbildung vor sich geht, ist sehr lebhaft von den Pflanzenphysiologen besprochen *). Dupetit Thouars gab darüber Folgendes und dasselbe, was schon früher der Astronom De la Hire darüber hingestellt hatte. Knospen sind danach wahre Keime von neuen Pflanzen. So wie der in den Boden niedergelegte Samen seine Wurzeln in den Boden senkt und einen anderen Theil in die Luft erhebt, ebenso auch die Knospe. Sie entwickelt ihre Wurzeln in der Mutterpflanze und erstreckt sie nach unten und in entgegengesetzter Richtung entfaltet sie Blätter und Blumen. Die letzteren fallen in jedem Jahre, indem sie neue Entwickelungen vorbereiten, ab, die ersteren bleiben, und da die Knospenwurzeln sich an der Binnenseite vom Baste durch den ganzen Raum hindurch bis in den Grund fortsetzen und sich dieses bei einer jeden Entfaltung der Knospe wiederholt, so wird stets an der Innenseite des Bastes eine neue Schicht

*) Man sehe den Streit zwischen Minkel und Gaudichaud in d. Cpt. rend. 1843 p. 1214 1. Sér. p. 1235 p. 1379 et Annal. des Sciences Nat. 2 Sér. Tom. 20.

von Knospenwurzeln niedergelegt, es entstehen dadurch die Jahresringe des Holzes und ebenso die jährliche Zunahme der Ausbreitungen der Wurzeln in den Boden.

Gaudichaud hat dieser Vorstellung manche Erweiterung gegeben. Ihm zufolge giebt es einen aufsteigenden und einen niedersteigenden Strom in den Pflanzen. Aus dem zwischen Bast und Holz niedersteigenden Safte entwickeln sich die Markstrahlen des Holzes in also horizontaler Richtung, während in verticaler Richtung von oben nach unten Gefäße und Holzzellen aus demselben niedersteigenden Safte entwickelt werden.

Diese Vorstellung der Entwickelung von Pflanzentheilen in der Richtung nach unten — die Frage um den auf- und niedersteigenden Saft einstweilen bei Seite gestellt — schließt sich an viele Thatsachen. Wird z. B. ein Band um einen Baum gelegt, so entsteht über demselben eine Anschwellung von Gefäßbündeln, die nur aus nach unten strömenden Säften gebildet sein können.

Zu den gegen diese Ansicht aufgestellten Gründen gehört der folgende. Indem von den Knospen Gefäßbündel nach unten gehen und sich zwischen Bast und Holz festsetzen und zugleich die Holzbildung davon abhängig sein soll, müßte die stärkste Entwickelung dieser Gefäßbündel in der Nähe der Knospen statt haben und daher an den jüngsten Zweigen eine bedeutendere Holzbildung bemerkt werden, als an dem weiter von den Knospen entfernten Stamme. Es ist aber das Gegentheil der Fall. Man müßte auch nach dem Pfropfen und Spalten nach guter Verwachsung der aneinander gehefteten Theile eine Gleichförmigkeit in dem Holze antreffen, dasjenige, auf welches gepfropft ist, müßte mit dem Propfreiß gleichförmig werden, was aber nicht der Fall ist.

Wenn man Stämme von Abies pectinata einige Fuß hoch über dem Boden absägt, so bildet die Pflanze ihren Stamm

noch viele Jahre fort und legt neue Holzlagen an, als wenn ſie unverſehrt wäre. Dutrochet*).

Sollte man nun nach dem Angeführten ſchließen, daß im normalen Zuſtande die Säfte, aus denen das Holz gebildet wird, von oben nach unten, und zwiſchen Holz und Baſt fließen, und daß im krankhaften Zuſtande des Baſtes, z. B. bei einer circularen Verwundung deſſelben, neue Kanäle in Wirkſamkeit treten, eben ſo wie man es bei der Unterbindung von großen Arterien bei Thieren ſieht? Von dieſem Allen iſt, glaube ich, nichts erwieſen. Wenn man vom Auf- und Niederſteigen der Säfte ſpricht, ſo darf man dieſes nicht aus materiellen Abſcheidungen ſchließen, es muß aus Betrachtungen der Saftbewegungen gefolgert werden.

Ich glaube ferner, daß in keinem Falle die Anſicht, daß die Jahrringe Knospenwurzeln ſeien, feſtgehalten werden kann, ſondern daß von oben nach unten nur Stoffe geführt werden, aus denen Zellen in der Richtung der Markſtrahlen und Gefäße in verticaler Richtung gebildet werden. In krankhaften Zuſtänden muß eine andere noch unbekannte Art und Weiſe wirkſam ſein.

Um nun die Erſcheinungen von nach unten gehenden Nahrungsſtoffen zu verſtehen, muß man das wirkliche Niederſteigen von Säften, von Flüſſigkeiten und das Niederſteigen von Stoffen unterſcheiden, die im Safte aufgelöſt ſind. Es iſt zu verwundern, daß man dieſen Unterſchied noch nicht ein einziges Mal gemacht hat, und es ſcheint mir zu viele Fragen mit einer Antwort zu löſen. Vom Niederſteigen der Flüſſigkeiten in den Pflanzen hat man nicht eine Beobachtung und ſomit keinen Grund, daſſelbe feſtzuſtellen. Vom Niederſteigen von Stoffen hat man ſehr viele Beobachtungen, die unzweifelhaft ſind.

Alle von Dupetit Thouars und Gaudichaud ge-

*) Courr. élément. d'Hist. Nat. Bot. par m. A. D. Junior P. I. p. 271.

nannten Erſcheinungen beweiſen einfacher Weiſe ein Niederſteigen von Stoffen, die im Safte gelöſt ſind. Fragt man nach den Erſcheinungen der Endosmoſe, ſo liegt es auf der Hand, daß ſie in der Regel nicht ſtatthaben, ohne doppelten Austauſch der durch die Membranen tretenden Flüſſigkeiten.

Wenn ein Stoff A mit einem anderen Stoff B in wäſſeriger Löſung endosmoſiren ſoll, ſo wird in der Regel A nach B und B nach A hin fortgeführt. Es muß alſo entſtehen AB und BA.

Beſteht aber, woran Niemand zweifeln kann, in den Pflanzen eine Endosmoſe, wird aus dem Boden wirklich A und durch die Blätter aus der Luft B aufgenommen, ſo muß überall AB und BA in verſchiedenem Maße entſtehen, und es muß, ſteigt auch aller Pflanzenſaft, d. i. die wäſſerige Flüſſigkeit, aufwärts, dennoch ein Niederſteigen von B und aus B entſtandenen Stoffen ſtattfinden.

Auf dieſe Weiſe, glaube ich, muß die Erſcheinung der Holzbildung und ſo viele andere, die aus den zwei ſich gegenüberſtehenden Quellen von Pflanzennahrung, dem Boden und der Luft, abgeleitet werden müſſen, dargeſtellt werden. Da nun die größte Menge Kohlenſäure aus der Luft, und mithin von oben nach unten hin geführt wird, und hieraus mithin die größte Menge von feſten Stoffen bereitet werden muß, ſo muß es ſcheinen, als ob die Herbeiſchaffung von Pflanzenſaft, der die größte Menge von Stoffen liefert, von oben nach unten ſtröme. Die verdünnte wäſſerige Flüſſigkeit ſteigt auf, ſo weit es das Waſſer anbetrifft, und in der Pflanze entſtehen Umſetzungen der organiſchen Nahrung aus dem Boden und der aufgelöſten Salze deſſelben, mit Kohlenſäure aus den Blättern und dem, was daraus bereitet wird, endosmotiſch in tauſenderlei Richtungen durch einander, ſo daß nothwendig eine Erſcheinung eines Niederſteigens von feſten Stoffen nach unten auftreten muß.

Es iſt daher kein Grund vorhanden, einen Rücklauf von

Säften, die nach oben aus der Wurzel getreten sind, nach dieser zurück anzunehmen oder diesen zu leugnen. Es ist nicht die Rede von Nahrungsstoffen, die in den Blättern verarbeitet werden und durch die Wurzel aufgenommen wurden, wenn man von der geringen Menge Kohlensäure, die mit dem Nahrungsstoffe aufgenommen und im Schatten nicht zersetzt wurde, absieht.

Es ist indessen nöthig, bei einigen scheinbaren Widersprüchen noch einen Augenblick zu verweilen. Zuerst könnte man einen Widerspruch darin finden, daß, während die Masse der Nahrungsstoffe durch die Blätter herbeigeführt wird, durch endosmotischen Austausch des Zelleninhaltes die Baumstämme in der Wurzelnähe am dicksten sind und von hier nach oben sich verjüngen, selbst wenn sie keine Astverzweigungen haben. Allein diese Thatsache befestigt das oben Gesagte gerade erst, daß die Stoffe, die den Impuls zum Stoffwechsel den Nahrungsstoffen geben müssen, aus dem Boden aufgenommen werden Die von oben von den Blättern durch die Zweige und den Stamm absteigenden Stoffe bedürfen, um eine Gestalt annehmen zu können, um Holzzellen zu bilden, einen Impuls von in Umsetzung begriffenen Stoffen. Da nun diese aus dem Boden aufsteigen, so muß von da aus die Holzbildung am stärksten sein, wo die stickstoffhaltigen Materien in größter Menge vorhanden sind, und das ist am Anfange des Stammes. Der Stamm muß daher daselbst am dicksten sein und höher an Dicke abnehmen.

Indem nun im Frühjahre viele solcher stickstoffhaltigen Stoffe in den Stamm aus dem Pflanzensafte eintreten, und in die Zellenwand wirkungslos niedergelegt werden, so häufen sich auch im Verlaufe des Sommers dieselben stickstoffhaltigen Körper stets mehr im Stamme und steigen von da an bis zu den Grenzen der Zweige in die Höhe. Hier bleiben sie so lange, bis sie im nächsten Frühjahr von Neuem in dem aus dem Boden kommenden Safte gelöst werden, woher dann

eine große Menge derſelben vom vorigen Jahre vorhanden iſt, um in die Blätter unmittelbar übergeführt zu werden und daſelbſt Thätigkeiten zu erwecken, d. h. neue Producte aus der durch die Blätter aufgenommenen Kohlenſäure zu bilden.

Zum Schluß ſei noch bemerkt, daß, wenn auch die Kohlenſäure unmittelbar in einen feſten aber auflöslichen Stoff umgeſetzt wird, daraus noch nicht folgt, daß dieſer feſte Stoff ohne Weiteres zur Holzbildung geſchickt iſt, und daß daher auch kein Grund vorhanden iſt — würde auch alle Nahrung durch die Blätter und nichts durch die Wurzel aufgenommen — daß der Stamm dünn und die Zweige im Gegentheil ſehr dick werden müſſen.

Wenn man die Fragen, die ſich auf die morphologiſche Entwickelung des Holzes beziehen, überſieht, ſo ſcheint mir Folgendes ausgemacht zu ſein:

1) Der Pflanzenſaft ſteigt ſtets nur nach oben, niemals nach unten.

2) In der Richtung nach oben wird Protein mitgeführt, was allein nur aus dem Boden, und nicht aus dem, was die Blätter aufgenommen haben, bereitet ſein kann.

3) Die Materie der feſten Stoffe entſteht an der anderen Grenze der Pflanzen, am Gipfel, hier iſt die Quelle der Materie.

4) Ein endosmotiſcher Wechſel von oben nach unten und von unten nach oben führt eine gewiſſe Menge feſter Stoffe, in dem ſtets aufſteigenden wäſſerigen Safte nach unten, ſo wie dieſes nach den bekannten Lehren der Endosmoſe geſchehen muß.

5) Aus den niedergehenden feſten Stoffen entwickeln ſich neue Zellenreihen, neue Stoffe und bildet ſich namentlich das Holz.

Milchsaftgefäße und Milchsaft.

Vor Allen hat Schultz sich bemüht, diese Saftgefäße aufzusuchen und zu beschreiben *) und den Inhalt derselben zu erforschen, während Andere, z. B. Treviranus, diese Gefäße bestritten haben. Nicht etwa der Punkt, daß nicht ein besonderes Gefäßsystem vorhanden wäre, welches Säfte führe, sondern der, daß Schultz diesen Saft Lebenssaft oder Nahrungssaft nannte, war es, weshalb Treviranus denselben bestritt und als einen abgeschiedenen Saft betrachtete, und so wie Ersterer in diesen Gefäßen eine Hauptfunction erkannte, so schrieb der Letztere ihnen nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

Durch die Güte meines Amtsgenossen Harting hatte ich Gelegenheit, die Erscheinung dieser Saftbewegung selbst in den Stipulis von Ficus elastica und im Blumenblatt von Papaver orientale und in einigen anderen Pflanzentheilen zu sehen, muß mich aber der beschränkten Kenntniß wegen, die ich von dieser Sache habe, auf die Beobachtungen Anderer berufen. Die Sache ist für die Pflanzenphysiologie von der der größten Wichtigkeit. Denn existiren wirklich solche Saftgefäße und werden wirklich Säfte durch die Pflanzen geführt, so wie bei den Thieren, so wäre damit eine gleiche Function zwischen beiden zu Tage gefördert und es wären dann die allgemeinen Ursachen von Abscheidung und Ernährung, mit einem Wort vom Stoffwechsel, so wie sie bei den Thieren statthaben, zum Theil auch auf die Pflanzen passend.

Man erkennt die Saftgefäße leicht an ihrem Inhalt.

---

*) Mém. prés. à l'Academ. 1841 T. 7 p. und Verhandl. d. Kais. Leopold. Car. Ak. Bd. 18. Suppl. 2. 1841. Zerner Flora 1843 Nr. 43. u. 44. Annal. des Sciences. Nat. Bot. Jan. et Mars. 1844.

Während eines Zeitraumes bewegt sich unter dem Mikroskope in einem continuirlichen Kanale ein flüssiger Inhalt, der leicht dadurch bemerkbar wird, daß sich eine Menge von kugeligen oder anders geformten Körperchen über das Gesichtsfeld des Mikroskopes fortbewegt. Diese Kügelchen treiben in einer Flüssigkeit wie die Blutkörperchen im Blute, und machen die wässerige Flüssigkeit des Pflanzensaftes durch ihre große Anzahl milchartig. Deshalb nennt man diesen Saft Milchsaft. Was Schultz über die Art dieser Kügelchen sagt, ist ohne Zweifel nicht genug begründet. Er meint, daß sie an der Bildung eines festen Körpers aus dem Milchsafte, wenn dieser mit Luft in Berührung kommt, keinen Theil nehmen, sondern, daß das Coagulum, welches unter diesen Umständen entsteht, aus unsichtbar kleinen im Safte aufgelösten und also denselben nicht milchig machenden Theilchen bestehe, welche Theilchen einen elastischen Stoff dadurch bilden, daß sie sich an einander legen, so wie das Fibrin beim Gerinnen des Blutes. Diesen elastischen Saft nennt er Elastin und meint, daß er aus Kautschouk oder aus diesem und Wachs und Gummi bestehe. Die Kügelchen selbst bestehen aus wachs- oder fettartigen Stoffen und fließen zuweilen wie Fetttröpfchen zusammen, Weingeist und Äther ziehen das Fett und Wachs aus, und lösen die kleineren Massen ganz auf, während die größeren um einen wachsartigen Inhalt eine in jenen Flüssigkeiten unlösliche Membran haben.

Kautschouk, Wachs und ferner Zucker, Gummi, Eiweiß und Salze sind nach Schultz die Bestandtheile des Milchsaftes.

Es ist schon bei einer oberflächlichen Betrachtung deutlich, daß, so groß auch die Verdienste seines Studiums um die Saftgefäße sind, ihm seine chemischen Kenntnisse es nicht erlaubten, über die Art des Inhaltes ein klares Bild zu geben, und wir befinden uns denn hierin auch in vollkommener Unkunde. Ohne Zweifel ist der Inhalt dieser Gefäße sehr ver-

schieden. Bei einigen sind die Kügelchen wirklich bloß Kautschouk, sie reihen sich bei Berührung der Luft an einander und bilden ein wahres Coagluum. Faraday hat dieses für den Milchsaft, aus dem man das Kautschouk gewinnt, bewiesen. Es kommt auch in vielen anderen Pflanzen Kautschouk vor, Opium enthält z. B. so viel davon, daß es, wenn es nicht zu trocken ist, wirklich elastisch ist, in sehr vielen Milchsäften aber findet man keine Spur davon, und das von Schultz darüber Aufgestellte scheint mir in dreifacher Hinsicht unrichtig zu sein: es können die Saftkügelchen wirklich Kautschoukkügelchen sein und brauchen nicht unter allen Umständen aus Fett zu bestehen, sie können noch vielerlei andere Stoffe enthalten, die man noch nicht aufgesucht hat, und in vielen Säften endlich kommt gar kein Kautschouk vor, so daß das darin sich bildende Coagulum den Namen Elastin gar nicht verdient. Einige wenige Reactionen, womit dieser Saft geprüft wurde, lehren uns nichts von der Art desselben, und wir erwarten daher noch von der Zukunft die ersten gründlichen Kenntnisse in diesem wichtigen Theile der Pflanzenphysiologie.

Mohl dagegen hat sehr wichtige Beobachtungen über die Natur dieser Kügelchen gemacht. Im Safte von Sambucus Ebulus, welcher besonders große Kügelchen enthält, — sie haben die Größe von $\frac{1}{50}$ m. m., während die von Ficus $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{200}$ m. m. Größe erreichen, giebt es noch viel kleinere im Milchsafte von Euphorbia, Asclepias, Papaver und Cichorium — fand er Kügelchen, die aus einer halbweichen, sehr klebrigen, in langen Fäden ausziehbaren Materie bestanden, und sich durch Druck vereinigen ließen und keine Spur von einer Membran zeigten. Mit einer Nadel umgerührt, hefteten sich diese Kügelchen zu einer einzigen Masse an einander.

Trocknet man eine dünne Lage dieses Milchsaftes auf dem Objectivglase, so erhält man kein Coagulum und nichts,

was Aehnlichkeit mit einem Blutkuchen hätte. Mit Wasser befeuchtet liefert die Masse die ursprüngliche Flüssigkeit wieder, sammt den Kügelchen, so wie sie sich im frischen Safte finden.

Ein Stück trocknen Milchsaftes mit einer Nadelspitze angerührt, läßt Stücke abspringen, wie von einem trocknen gummiartigen Stoffe, und in dieser getrockneten Masse liegen die Kügelchen vertheilt.

Aus diesen Beobachtnngeu von Mohl folgt nun, daß kautschoukhaltende Milchsäfte diesen Stoff als Kügelchen enthalten und nicht, so wie Schultz behauptet, im aufgelösten und zertheilten Zustande, wie das Fibrin im Blute. Die Kügelchen, die Mohl gefunden hat, wurden in Weingeist, nicht aber von Aether aufgelöst, woher denn auch zu Milchsäften hinzu gefügter Aether die milchartige Beschaffenheit der Flüssigkeit vermindert. Ein solcher mit Aether gemengter Milchsaft verhält sich nach dem Trocknen in vieler Hinsicht wie Kautschouk.

Die Vergleichung, welche Schultz zwischen dem Milchsafte und dem Blute der Thiere aufstellt, das Coaguliren des letzteren, indem er es mit demjenigen des Kautschouks u. s. w. vergleicht, ist durch die Untersuchungen von Mohl verfallen.

Was die Bewegung des Milchsaftes anbetrifft, so sieht man bei den Kügelchen eine progressive und eine rotirende, und eine, in einem anderen Sinne, als diejenige hat, in welcher der Saft fortgetrieben wird. Die letztere kann von inneren Einflüssen abhängig sein, ebenso gut aber auch noch unbekannte Ursachen haben. Daß sie vorhanden ist, kann nicht geleugnet werden. Zu den Ursachen, die sie hervorrufen können, gehören Licht und Wärme und Molecularanziehungen. Es ist aber unmöglich, diese Erscheinung jetzt zu erklären. So lange die Ursachen der Brown'schen Molecularbewegung im Dunkel sind, kann man von der besonderen,

wie von Anziehung und Abstoßung abhängigen Bewegung vom Zellensaft oder dem Later der Saftgefäße nichts mit einigem Grunde sagen.

Die rotirende Bewegung der Kügelchen hat nichts Besonderes weiter, als daß sie beweist, daß die Kügelchen nicht kugelförmig sind, was denn auch in so geringem Grade der Fall ist, daß man sie mitunter als Vielecke erkennt. Wären sie sphärisch, so würde man sie nicht können rotiren sehen.

So viel ich von der progressiven Bewegung gesehen habe, ist diese sehr verschiedener Art. Zuweilen und zwar in der ersten Zeit der Beobachtung eines Saftgefäßes, steigen die Kügelchen mit großer Schnelligkeit durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes. Die Bewegung nimmt langsam ab, wird unterbrochen und stellt sich wieder her, intermittirt, hört bisweilen auf einmal auf, erscheint dann selten wieder und zuweilen ändert sich die Richtung auf einmal in die entgegengesetzte um. Die Anastomosen der Saftgefäße führen seitliche Ströme in den Hauptstrom, die sich mit diesen regelmäßig vereinigen u. s. w.

Die Frage ist nun, ob diese Bewegungen mit denen des Blutes in den Capillargefäßen übereinstimmen? Die kurze Aufzählung der Erscheinungen, die sie darbieten, lehrt schon das Gegentheil, und aus den Wahrnehmungen von Morren, Amici und namentlich von Mohl ist es gewiß, daß äußerliche Umstände die Bewegung bestimmen. Drückt man z. B. auf ein Blatt, während man es unter dem Mikroskope betrachtet, schneidet man ein Blatt ab, so daß der Saft aus dem Blattstiel ausfließen kann, fallen directe Sonnenstrahlen auf die erwärmte Stelle, befeuchtet man das Blatt mit Wasser, so daß dieses durch Endosmose aufgenommen werden kann u. s. w., so tritt die Bewegung ein. Da sie nun von dergleichen äußeren Umständen abhängig ist, so erklärt

sich damit auch der Wechsel in der Richtung und in der Dauer der Bewegung des Milchsaftes u. s. w.

Ist nun damit die Wichtigkeit des Bestehens von Saftgefäßen und der Later für die Pflanzenphysiologie geringer? Ich sehe das nicht ein. Es wirken auf die Pflanze tausend äußerliche Ursachen, durch welche die Saftbewegung unterhalten werden kann, die Bewegung einer Flüssigkeit, die von sehr entfernten Theilen der Pflanzen durch Röhren nach anderen Theilen geführt wird, so daß dadurch ein gleichartiges Product bei den Pflanzen aus dem Safte dieser Gefäße erzielt werden kann, so wie dieses bei den Thieren aus dem Blute geschieht, nämlich Stoffwechsel, der durch eine gemeinschaftliche Flüssigkeit unterhalten wird und von einer Flüssigkeit ausgeht, und woraus hier etwas entnommen und wohinein dort etwas ausgeschieden wird.

Die äußerlichen Ursachen in den Pflanzen, welche die Saftbewegung unterhalten können, sind: die Sonnenwärme, welche die verschiedenen Theile der Pflanze ungleichmäßig erwärmt, die Bewegungen der Luft, selbst durch die leisesten Winde, und so viele andere.

Fällt somit auch, wie Schultz unrichtig aufgestellt zu haben scheint, die organische Ursache dieser Saftbewegung hinweg, die Bewegung selbst bleibt darum ebenso der Dienst, den der Saft in der Pflanze zu erfüllen hat.

Es bleibt aber noch die Frage, ob dieser Saft dann wohl Lebenssaft genannt werden darf; mag er immerhin eine wichtige Rolle spielen, so braucht er darum noch keine Hauptfunction der Pflanze zu erfüllen.

Es ist schwierig, wenn nicht unmöglich, diese Frage bestimmt zu erledigen. Fragen wir aber, ob dieser Saft der Saftgefäße einen Dienst hat, fortgeführt zu werden, um in thätigen Pflanzentheilen zum Stoffwechsel beizutragen, gehört derselbe also nicht zu den Excreten der Pflanzen, so ist dieser derselben gewiß von Bedeutung für den

Stoffwechsel und somit für das Pflanzenleben. Die ganz oder gar nicht regelmäßig fortgehende und von organischen Ursachen ganz oder gar nicht abhängige Bewegung bestimmt hier den Werth des Later keinenfalls. Die meist unregelmäßige und ganz von äußerlichen Ursachen abhängende Bewegung könnte allerdings den Dienst des Capillarsystems der Thiere erfüllen, indem sie endosmotisch Stoffe in die angrenzenden Zellen treten läßt oder daraus hinwegnimmt. Es ist dieses aber ohne Zweifel bei einer wässerigen mäßigen Flüssigkeit und bei Wänden, wie die der Milchgefäße, der Fall, und wollen wir den Namen Lebenssaft auch nicht zugestehen, so ist seine Bedeutung für das Pflanzenleben gewiß groß. Mag also von der Lehre Schultz's viel hinwegfallen, das Hauptsächlichste derselben, glaube ich, und so auch nach Mohl's Bemerkung *), muß beibehalten werden.

Ich schließe diese kurze Mittheilung über das, was wir über die Saftgefäße und den Later wissen, mit der Wiederholung, daß in vielen thätigen Pflanzentheilen einige Röhren vorhanden sind, in welchen ein wässeriger Saft mit sehr ungleichartigen Stoffen durchmengt, fortbewegt werden kann, ebenso wie dieses bei thierischen Geweben der Fall ist, so daß die angrenzenden Zellen daraus aufnehmen und darin abscheiden können.

Daß dieser Milchsaft von verschiedenen Familien verschieden ist und in zu derselben Familie gehörigen Pflanzen dieselben Hauptbestandtheile enthält, ist als ausgemacht anzunehmen, da wir dieses bereits durch die chemischen Untersuchungen dieser Säfte kennen. Aber in dieser Kenntniß fehlt uns noch alles auf Pflanzenphysiologie Bezügliche **). Wir kennen das Opium, das Antiargift und viele sogenannte Gummiharze als feste Ueberbleibsel nach der Verdampfung

*) Bot. Zeitg. 1. Heft 1843.

**) M. s. Ueber die Saftbewegungen der Pflanzengefäße, Romingee, in der Bot. Zeitg. 17. März 1843.

der Milchsäfte, wollte man aber daraus einen allgemeinen Schluß für die Zusammensetzung des Saftes der Saftgefäße ziehen, so möchte dieses weit von der Wahrheit hinwegführen.

Bouſſingault*) hat einige dieſer Milchſäfte bearbeitet. Den Saft der Frucht von Carica papaya, der früher von Vauquelin unterſucht war, fand er im Stamme wieder. Er war wie Milchwaſſer und coagulirte an der Luft. Außer einer großen Menge von Proteinſtoffen fand er Zucker, Wachs und Harz in geringem Maße.

Der Saft vom Kuhbaum, Galactodendron dulce, welchen Bouſſingault und de Rinero unterſuchten, kommt ſo ſehr mit der Kuhmilch überein, daß man ihn beinahe dafür halten könnte. Durch Säuren wird er nicht coagulirt, durch Weingeiſt wenig. Durch Wärme bildet ſich ein dünnes Häutchen auf der Oberfläche, durch weiteres Verdampfen zeigen ſich Oeltropfen auf ihm, die immer mehr zunehmen und nach Verdampfen des Waſſers einen fettigen Saft zurücklaſſen, in welchem ein faſeriger Körper ſchwimmt, der dann bei noch ſtärkerem Erhitzen dem Geruche von gebratenem Fleiſch ſo ſehr ähnelt, daß man ihn nicht davon unterſcheiden kann.

Der Fettſtoff ſchmilzt bei 60° und iſt in Weingeiſt und in Kali auflöslich. Der faſerige Stoff ſcheint dem Blutfaſerſtoff vollkommen gleich zu ſein, d. h. er hatte alle Kennzeichen des Eiweißes nach den von Bouſſingault angegebenen Eigenſchaften. Daher bekam denn dieſer Milchſaft beim Faulen den Geruch nach Käſe.

Außer Pflanzeneiweiß und einem Fettſtoff, der dem Wachſe in allen Eigenſchaften gleichkam, enthielt dieſer Milchſaft noch ein wenig Zucker und freie Säure, einige Salze Waſſer. Er iſt alſo eine Emulſion, die ganz mit der Kuhmilch verglichen werden kann und der Gebrauch derſelben als übliches Getränk hat daher nichts Befremdendes.

*) Economie rurale. T. 1. p. 125.

Den Saft von Hura crepitans hält Bouſſingault für giftig. Dem Anſehen nach gleicht er dem des Kuhbaumes, iſt aber gelblicher und enthält Leim und Caſein, ein blaſenziehendes Oel, ein Alkaloid und einen ſtickſtoffhaltigen Körper, Salze und Waſſer.

Der Saft von Antiaris toxicaria, aus dem man das Upasgift durch einfache Verdampfung des Waſſers bereitet, enthält außer dieſem Waſſer:

Pflanzeneiweiß	16,14
Gummi	12,34
Eigenthümliches Harz	20,93
Myricin	7,02
Antiarin	3,56
Zucker	6,31
Extract und Salze	33,70
	100, 0 *)

Viele Pflanzen enthalten einen Milchſaft, der Kautſchouk liefert. Namentlich geben Jatropha elastica, Haevea Caoutchouc, Ficus indica, Artocarpus integrifolia, ſämmtlich Bäume heißer Gegenden, einen ſehr milchigen Saft, worin Kautſchouk in großer Menge vorhanden iſt. Nach einem bis auf den Baſt gemachten Einſchnitt fließt der Saft aus, und kann in geſchloſſenen Flaſchen lange aufbewahrt werden. Nach Verdampfen des Waſſers bleibt das Kautſchouk mit ſeinen bekannten Eigenſchaften zurück. In 100 Theilen fand Faraday:

Kautſchouk	32
Pflanzeneiweiß	2
Stickſtoffhaltenden bitteren in Alkohol und in Waſſer löslichen Stoff .	7
Zucker	3
Waſſer	56
	100

*) Natur. en Scheik. Archief. Bd. 5.

Durch Hinzufügen von Wasser und Auswaschen des Kautschouks von seinen beigemengten Stoffen kann man denselben beinahe rein erhalten.

Das Opium endlich, welches man durch Einschnitte in die Kapseln von Papaver somniferum erhält, ist in einem Milchsafte enthalten, worin noch Narkotin, Morphin, Thebain, Meconin, Codein, Narcein, Meconsäure, Harz, Fett, Kautschouk, Gummi, Pflanzenschleim, Extractstoff u. s. w. vorkommt.

Abscheidende Organe. Abscheidungen.

Ebenso wie die Pflanzen Kanäle besitzen, die mit Luft und Flüssigkeit gefüllt sind, ebenso besitzen sie noch gewisse, weniger regelmäßige Höhlungen, die mit Luft oder mit anderen Stoffen, mit Schleim, Gummi, Harzen und Balsamen gefüllt sind. Diese werden durch ein Auseinanderweichen der Zellenreihen gebildet. Außer Harzen und Balsamen, Oxydationsproducten der ätherischen Oele durch die eindringende Luft, sind die übrigen, als: Gummi, Schleim, die sich noch in den Kanälen finden, einfach durch die Zellenwände ausgeschwitzte Stoffe, sie kommen folglich auch innerhalb der Zellen vor und wurden so mit Unrecht von Meyen zu den Excreten und die Kanäle mit Unrecht zu den abscheidenden Organen gerechnet.

Es ist daher in der Anwesenheit dieser Stoffe in Kanälen, die mitunter Luftkanäle sind, deshalb aber noch nicht weiter unterschieden zu werden verdienen, nichts Besonderes zu suchen, es liegt hier in Gegentheil eine allgemeine Ursache zu Grunde, die nämlich, daß die genannten Kanäle, durch Ausweichen der Zellenreihen entstanden, Luft, ätherische Oele, Harze, Schleim und Gummi aufnehmen, je nachdem die Zellen, die daran grenzen, beschaffen sind, und diese Stoffe hineinpressen, so daß der Kanal selbst einen verschiedenen Dienst

in Ansehung der Stoffe, die er enthält, verrichten kann. Ohne Zweifel ist dieses mit den Harz- und Balsamkanälen der Fall, die ursprünglich eigentlich ätherische Oele enthalten müssen, die aber, da sie auch Luft aufnehmen oder enthalten, diese Oele in Harz oder Balsam überführen, je nachdem die Luft in geringerem oder größerem Maße zutreten kann, da ein Balsam doch ein Gemenge von Oel und Harz ist; in diesem war die Oxydation weniger vollständig als bei den Harzen. Die Anwesenheit von verschiedenen Stoffen in denselben Kanälen ist daher von der Natur der Zellen, die daran grenzen, von den Stoffen, die in diesen enthalten sind, und von den Functionen derselben abhängig. Aus diesen Kanälen waren die genannten Stoffe, als Gummi, Harz, Balsame, Luft bloß nach außen getrieben; die Function einer Secretion kommt ihnen ebenso wenig zu, als der Harnblase bei den Thieren. Die Function wohnt an einem anderen Orte und zwar in dem Zelleninhalte. Aus dem Wechsel der Bestandtheile derselben tritt ein neuer auf, der, wenn er einmal gebildet ist, durch die Zellenwand hindurchschwitzt. Durchschwitzen ist aber von Abscheiden, von wirklicher Bildung verschieden, die Zellen, die an die genannten Theile angrenzen, enthalten die Stoffe und treiben sie nach außen, der Intercellulargang nimmt sie bloß auf und wird in demselben Maße weiter, als die Menge des durchgeschwitzten Stoffes größer wird.

Der Verschiedenheit in ihrer Länge, weil sie in den Samenbekleidungen der Umbelliferen kürzer sind und dadurch der freie Luftzutritt verhindert ist, ist es zuzuschreiben, daß einige dieser Kanäle flüchtige Oele und keine Harze enthalten, abgesehen davon, daß manche ätherische Oele nicht so leicht in Harze übergehen als andere. Decandolles nennt sie réservoirs en coecum.

Die eigentlichen abscheidenden Organe der Pflanzen sind diejenigen, die man Drüsen nennt, Organe die von Link,

Michel, Guettard, Schrank und Meyen untersucht wurden *) und dazu dienen, Flüssigkeiten zu bereiten und nach außen auszusondern, oder wenigstens, um diese letzte Function zu erfüllen. Einige derselben liegen innerhalb der Pflanzen und heißen innerliche Drüsen.

Die äußeren Drüsen sind entweder einfach oder zusammengesetzt. Die einfachen bestehen oft aus einer einzigen Zelle, oder einigen wenigen zusammengefügten Zellen, die auf einem Stielchen stehen, deren Köpfchen oder Außenende die eigentliche Drüse ist, pili capitati genannt werden. Diese Härchen entstehen auf der äußersten Oberhaut. Sie sind gegliedert, d. h. auf der Oberfläche der Epidermiszellen entwickelt sich eine zweite Zelle in der Längsrichtung, hieraus eine dritte, und an dem Ende endlich eine einzelne Zelle, in welcher die eigentliche Absceidung vor sich geht. Diese Absceidung mag eine Veränderung sein, welche eine kleine Gruppe der allgemeinen Bestandtheile der Pflanzen erleidet, sobald sie in einem einzelnen Bläschen der Atmosphäre dargeboten wird. Der abgeschiedene Stoff ist ein ätherisches Oel, zuweilen auch ein anderer Stoff, z. B. ein Farbstoff, der indessen sehr wohl ein Oxydationsproduct von dem eigentlichen und von der Luft nur durch eine dünne Wand geschiedenen Secrete. In diesem Falle gehören sie nicht zu den eigentlichen absceidenden Organen, nicht zu denjenigen, durch welche andere Stoffe bereitet oder als solche, wie sie in den Pflanzen vorkommen, abgeschieden werden.

Aus diesem Gesichtspunkte kann man der jetzt allgemein angenommenen Vorstellung, daß die Haare der Pflanzen Absceidungsorgane seien, keinen Beifall schenken; enthalten sie wässerige Flüssigkeiten, dienen sie zur Verdampfung des Was-

*) Link. Phil. Bot. p. 231. — Michel. Mém. d. Mus. d'Hist. Nat. T. IX. p. 456. — Guettard in Hist. de l'Acad. Royl. d. Sc. 1745 — 1750. — Schrank: Von den Nebengefäßen der Pflanzen. 1794. — Meyen: Die Secretionsorgane der Pflanzen. Berlin 1837.

sers und dadurch zur Beförderung des Pflanzenwachsthums, indem dadurch weitere Bedingungen des Aufsteigens des Pflanzensaftes gegeben sind, so kann man sie nicht Drüsen oder absceidende Organe nennen, sie müssen hinsichtlich ihrer Function neben die Epidermiszellen gestellt werden. Eine mit Wasser gefüllte Blase, die Wasser durch ihre Wände verdampfen läßt, kann man kein absceidendes Organ nennen.

In sehr vielen Haaren aber hat man eine wahre Secretion zu beobachten. Es giebt solche, deren Köpfchen oder Ausmündungen mit ätherischen Oelen gefüllt sind, so daß diese durch die Wände derselben hindurchschwitzend als Tröpfchen oder als ein daraus durch Oxydation entstandenes Harz an denselben angeheftet sind, z. B. Cuphea selenoides.

Außer diesen einfachen Drüsen findet man noch zusammengesetzte, die aus aufeinander entwickelten, aneinandergrenzenden Zellen zu zwei, drei oder mehr gebildet sind. Aus zwei Zellen findet man sie sehr häufig. Die Function derselben ist dieselbe als die der einfachen.

Ungestielte Drüsen, glandulae miliares nennt Meyen diejenigen Organe, die allgemein mit dem Namen der Stomata bezeichnet und an der Oberfläche der Blätter gefunden werden. Nach ihm sind diese kleine ungestielte Drüsen, die in den Oeffnungan der Oberhaut liegen und diese Oeffnungen schließen. Sie werden aus zwei Zellen gebildet, die halbmondförmig sind und mit der ausgeschweiften Seite an einander liegen, so daß sie von eiförmiger Gestalt und also zwischen die Epidermiszellen einrangirt erscheinen. Zwischen diesen zwei Zellen bleibt ein rundlicher Spalt, der zur Benennung »Mundöffnung« Veranlassung gegeben hat. Diese Spalten sind bisweilen geschlossen, bisweilen geöffnet und auf derselben Pflanze zu jeder Zeit verschieden. Sie scheinen daher nicht durch allgemeine Ursache geöffnet oder geschlossen zu sein, sondern durch noch unbekannte Ursachen.

Nach Link dienen diese beiden Organe, die auf der

Rückſeite der ſpaltförmigen Oeffnungen gelegen ſind, hauptſächlich zur Verdampfung des Waſſers. Iſt dieſes wirklich ſo, ſo ſind ſie ebenfalls keine Drüſen zu nennen und ſind ſie im Weſentlichen nicht von einer einzigen Zelle verſchieden, die mit Flüſſigkeit gefüllt iſt und an der Oberfläche liegt. Bisweilen ſind dieſe kleinen Organe an ihrer Oberfläche mit beſonderen Stoffen bedeckt und dann iſt an ihrer Function einer Abſcheidung nicht zu zweifeln. Bei Aloëarten z. B. iſt die ganze Spaltöffnung oft mit Harz angefüllt (Meyen*).

Dieſe Spaltöffnungen ſind bei verſchiedenen Pflanzen ſehr verſchieden, bei den Zellenpflanzen ſind ſie höchſt ſelten, die meiſten Gefäßpflanzen aber ſind damit verſehen, und alle Monocotyledonen und Dicotyledonen enthalten ſie, außer denjenigen, welche im Waſſer leben. Man findet ſie vorzugsweiſe in den Blättern, häufig im Stengel und niemals an der Wurzel. Beſonders ſind die Unterſeiten der Blätter daran reich, in einigen Pflanzen findet man ſie auf beiden Oberflächen, ſehr ſelten aber auf den oberen (Rudolphi*). Sie ſetzen die Luſthöhlen mit der Luft in Verbindung (Cavitates respiratoriae).

Zu den zuſammengeſetzten Drüſen gehören ohne Zweifel diejenigen Organe, denen man gewöhnlich den Namen abſcheidende Organe giebt. Sie beſtehen aus einer Zellenanhäufung, die bald geſtielt, bald ungeſtielt ſind und mitunter bei einer und derſelben Pflanze wechſeln. Sie ragen über die Oberfläche hervor oder ſind von derſelben bedeckt. Von den erſteren findet man ein Beiſpiel an Humulus Lupulus von den zweiten in denen von Dictamnus albus. Mitunter ſind ſie innerlich hohl und mit einer eigenthümlichen Flüſſigkeit gefüllt, z. B. mit einem ätheriſchen Oele. Bei einer und derſelben Pflanze ſind ſie bisweilen an verſchiedenen Theilen

*) De plantarum epidermide. Vratislaviae 1843.
**) Anatomie der Pflanzen. 1807. S. 73.

verschieden, z. B. Dictamnus albus, woher denn in vielen Fällen die Verschiedenheit in den ätherischen Oelen erklärt werden kann. Wenn man durch Destillation einer Pflanze ein Gemenge von verschiedenen Oelen bekommt, so wie es häufig der Fall ist, so kann dieses von verschiedenen Drüsen, die an derselben Pflanze vorkommen, herrühren. Die Wände dieser Drüsen sind häufig so dick, daß sie das Oel nicht nach außen hinweg dunsten lassen, oder sie sind von Zellen der Oberhaut bedeckt, so daß in diesem Falle die Verdampfung gehindert ist.

Zu derselben Art von Organen gehören diejenigen, die durch ihre Entzündung erregenden Stoffe, die sie, wenn man die Organe berührt, entlassen, bekannt sind, wie man sie bei Urtica urens und Urtica dioica findet. Ueber die Oberfläche erhebt sich eine Zellemasse, die in einem kegelförmigen Haare endigt, welches wahrscheinlich allein das den scharfen Saft abscheidende Organ ist. In Urtica nivea, einer nicht brennenden Nessel, ist nach Meyen das Haar auf eine ganz andere Weise mit der darunter liegenden Zellenmasse verbunden, und man vermißt bei dieser Art eine besondere Zellenschicht in dem Knollen des Haars, die bei den Brennnesseln vorhanden ist. In diesem Haar ist der brennende Stoff angehäuft, der beim Abbrechen des Haars durch Berühren austritt. Die kleineren Haare, die in Urtica urens gefunden werden, geben viel weniger bedeutende Entzündungen beim Berühren mit der Haut und besitzen somit einen anderen scharfen Stoff oder eine mehr verdünnte Lösung desselben Stoffes.

Außer den genannten abscheidenden Organen zeigen sich noch viele bei den Pflanzen von verschiedenem Bau. Die angeführten mögen für unseren Zweck genügen. Das, was früher von der Art und Weise, wie die innerlichen Drüsen besondere Stoffe zu Wege bringen, gesagt ist, gilt auch von den äußerlichen.

Besonders merkwürdig sind die Nektarien unter den ab-

scheidenden Organen. Nicht überall, und dieses verdient Beachtung, findet man an den Orten, wo ein Zucker haltender Stoff ausgeschieden wird, eigenthümliche Zellenreihen für die Abscheidung, dieser schwitzt aber durch die Wände der unterliegenden Zellen aus, ebenso, wie bei den Deckblättchen der Knospen, in welchen der harzige Stoff auch nicht durch besondere Organe hervorgebracht wird, sondern durch die Zellenwände ausschwitzt. Diese Beispiele lehren auf's Deutlichste, daß es der Zelleninhalt ist, der in sich selbst verändert ist und den neuen Stoff einfacher Weise hindurchläßt, und nicht die Zellenwand, die von einigem Einfluß auf die Abscheidung ist.

Die eigentlichen Nektarien sind nach Meyen allein aus Zellenmasse zusammengesetzt und es haben die Spiralgefäße, wie Michel meint, keinen Einfluß. Sie finden sich meistens an der Basis der Blume, sind bisweilen sehr groß und lassen den abgesonderten Stoff durch die Wände der äußersten Zellen hindurchschwitzen. Die Zellenmasse ist zuweilen von einer anderen Structur; bei Fritillaria imperialis ist sie aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt, meistens aber ist sie von der übrigen Masse nicht verschieden. Der Zucker ist Traubenzucker und wird zuweilen in den Nektarien krystallisirt angetroffen, ist aber mit anderen Stoffen gemengt als mit Harzen, Wachsarten, ätherischen Oelen, giftigen Stoffen, wodurch der Honig, der von solchen Pflanzen von den Bienen eingesammelt wurde, giftig werden kann. Die Abscheidung des Nektars steht mit der Blüthezeit in Verbindung.

In sehr vielen Pflanzen findet man an der Oberfläche ausgeschwitzte Stoffe, ohne ein bestimmtes Organ nachweisen zu können, sie schwitzen bloß durch die Wände der äußersten Zellen nach außen und sind bei verschiedenen Pflanzen oder Pflanzentheilen sehr verschieden. So findet man auf sehr vielen Früchten einen Reif, eine wachsartige Bekleidung, wie auf Trauben, Pflaumen und in großer Menge auf der Frucht

der Muca paradisiaca, auf den Blättern der Mesembryanthemum-Arten und namentlich auf der Frucht von Myrica cerifera. Dieser Reif ist Wachs.

Sehr viele Algen schwitzen auf ihrer Oberfläche einen schleimigen Stoff aus, welcher von Mohl*) unter die Stoffe gezählt wird, die zwischen den Zellen vieler Phanerogamen gefunden werden sollen, und den er Intercellularstoff nennt, während Meyen denselben für ein Secret hält, welches dazu bestimmt ist, die Süßwasserconferven ebenso gegen die Einwirkung des Wassers zu schützen, wie viele Fische hierzu von einer schleimigen Hülle überzogen sind.

Von allen absceidenden Organen gilt dieselbe gegebene Regel, daß sie nicht durch ihre Wände, sondern durch ihre Gestalt, ihre Stellung u. s. w. Theile von dem umgebenden Pflanzensaft dem allgemeinen Wechsel entziehen und dieselben besonderen Einflüsse aussetzen. Eine eigene Gruppe sehr kleiner oder sehr großer Zellen, die dicht oder tiefer an der Oberfläche liegt, muß einen anderen Inhalt bekommen, als der allgemeine Inhalt der Zellen der Pflanzen ist.

Leider kann man hierüber weiter nichts sagen; insbesondere ist noch kein einziges Organ in dieser Beziehung zu erklären. Das indessen mag man feststellen, daß Producte dieser allgemeinen Pflanzensäfte durch die absceidenden Organe dem allgemeinen Einflusse, dem Stoffwechsel entzogen werden, die sich in sich selbst umsetzen und meistens auf Desoxydationsproducte hinauslaufen.

Gase, die in den Pflanzen enthalten sind.

Man trifft in den Pflanzen viele Theile an, die mit Gasen gefüllt sind. Es würde unzweckmäßig sein, diese alle

*) Erläuterungen meiner Ansicht von der Structur der Pflanzensubstanz. Tübingen 1836.

als Organe, die zur Aufnahme von Gaſen dienen, zu betrachten, weil Alles, was in den Pflanzen von wäſſerigen Flüſſigkeiten leer bleibt, mit Luft erfüllt werden muß; weil man daher keinen eigentlich leeren Raum in den Pflanzen finden kann, ſo würde dieſer Satz viel zu allgemein hingeſtellt ſein, wenn man die luftenthaltenden Organe in den Pflanzen als eigentlich dazu beſtimmte Luftgefäße anſehen wollte.

So iſt es bekannt, daß das Mark von älteren Stämmen oder Zweigen urſprünglich ſehr ſaftreich iſt und ſpäter mit Luft erfüllt wird, und zwar geſchieht dieſes einfacher Weiſe dadurch, daß Flüſſigkeit in den Zellen verbraucht und dieſe von derſelben entleert und mit Luft gefüllt übrig bleiben. In demſelben Falle befinden ſich auch die Zellen der Oberhaut der Blätter, indem die Haare, die ſich auf der Oberhaut bilden, von Anfang an ſaftfrei und lufthaltend ſind.

So ſchwierig es auch iſt, in Betreff der Organe in's Klare zu kommen, die zur Abſcheidung dienen, ſo iſt es dennoch möglich, die Gasart, die in den Raum eingeſchloſſen iſt, zu beſtimmen.

Man unterſcheidet zwei verſchiedene Arten luftführender Organe in den Pflanzen: Lufthöhlungen und Luftkanäle *) Die erſteren entſtehen durch Vergehen des Zellgewebes, die zweiten durch Auseinandertreten der Zellenreihen. Die erſten ſind ſehr allgemein und entſtehen beim Altern der Pflanzentheile. Sie durchlaufen häufig ganze Pflanzentheile, ſtehen aber mit der äußeren Luft in keiner unmittelbaren Verbindung, ſie ſind im Gegentheil ſtets davon abgeſchloſſen. Sie ſtehen daher in keinem Fall in Zuſammenhang mit der Function der Pflanzen, Luft abzuſcheiden, und können ganz und gar als paſſiv unter dem Einfluſſe der Atmoſphäre angeſehen werden. Zu ſolchen paſſiven luftführenden Organen müſſen auch die blaſenförmigen Luftſäckchen, die man bei Sargassum Columbi, Fucus vesiculosus

*) Meyen: Ueber die Secretionsorgane der Pflanzen. Berlin 1837.

und anderen antrifft, gezählt werden. Diese Lufthöhlungen darf man nicht mit den eigentlichen Luftkanälen verwechseln, die Luft, die in jenen Höhlen enthalten ist, giebt uns noch keine Vorstellung von Gasen, die in letzteren enthalten sind.

Die folgenden Versuche sind mit Luft aus solchen Lufthölungen angestellt.

Calvert und Ferrand haben (Ann. de Chim. et de Phys. Août. 1844 p. 477 en Journ. de Phys. et de Chim. Juin 1844 p. 433) die Gase untersucht, die in den Pflanzen gefunden werden und dabei auf die Organe, aus denen die Luft gewonnen wird, Rücksicht genommen. Mit Recht haben sie die Versuche, die mit von der lebenden Pflanze getrennten Theilen angestellt, wurden verworfen, weil man damit den Pflanzen zu viel Gewalt angethan hat, und man aus den gewonnenen Resultaten nicht entscheiden kann, ob sie ebenso für die lebenden Pflanzen gelten können. Dasselbe Urtheil fällen sie, und zwar mit Recht, über die Versuche, die man mit ganzen Pflanzen angestellt hat, die unter Glocken gestellt waren, indem dadurch die Luft derselben mit Wasserdampf gesättigt und die Perspiration der Pflanzen dadurch gehindert wurde und andere Functionen der Pflanze dadurch gestört sein konnten. Dasselbe muß der Fall sein, wenn sich eine zu große Menge von Kohlensäure oder Sauerstoff unter Glocken ansammelt. In einem Worte, man muß die Verrichtungen des Pflanzenreichs und Thierreichs durch Beobachtungen so viel als möglich nicht auf Proben stützen.

Da diesem Urtheil Niemand etwas entgegenstellen kann, so verfallen damit zugleich eine Menge der Versuche über Ein- und Ausathmen der Pflanzen, ebenso über das Ausdünsten, auf welches man kürzlich so viele Sätze in der Pflanzenphysiologie gebauet hat, und es waren die Untersuchungen von Calvert und Ferrand daher doppelt willkommen, Versuche, die sich in ihrem Verlaufe auf Pflanzen in ihrem natürlichen Zustande bezogen.

Durch die Versuche von de Sauſſure hielten Viele für

ausgemacht, daß grüne Pflanzentheile, der Luft ausgesetzt, beim Wechsel von Tag und Nacht Sauerstoff und Kohlensäure in verschiedenen Verhältnissen ein- und ausathmeten. Der eingeathmete Sauerstoff sollte in Kohlensäure verändert werden, die wiederum weiter zersetzt und beim Ausathmen als Sauerstoff nach außen tritt. Diese Zersetzung aber kann vollkommen oder unvollkommen sein und daher kann ein Gemenge von Kohlensäure und von Sauerstoff ausgeathmet werden. Bei Cactus Opuntia sah de Sauſſure Einathmungen von Sauerstoff bei Nacht und Ausathmungen von Sauerstoff bei Tage (Recherch. chim. sur la végétat. p. 66 et 82).

Bérard fand dagegen, daß unter Glocken gestellte Früchte, sowohl im Sonnenlichte als im Dunkeln, stets Kohlensäure von sich gaben.

Eben diese Dinge haben Calvert und Ferrand geprüft. Sie haben zuerst die Luft, die in den Hülsen von Colutea arborescens enthalten war, untersucht. Nach Bérard ist das Pericarpium derselben ganz und gar von der Luft durchdringbar, und besteht die darin enthaltene Luft aus denselben Bestandtheilen, als die atmosphärische. Calvert und Ferrand fanden im Gegentheil, daß sich dieses nicht so verhalte, daß ein Maximum von Kohlensäure des Nachts in den Früchten vorhanden war und daß von 5 Uhr Nachmittags bis 11 Uhr Abends der Kohlensäuregehalt um ⅕ Proct. gestiegen war und so lange fort zunahm, bis durch die ersten Sonnenstrahlen des Tages der Kohlensäuregehalt vermindert wurde.

Die Früchte wurden erst in dem Augenblicke, wo sie untersucht werden sollten, von der Pflanze gepflückt und unter Quecksilber entzwei gemacht, um die darin enthaltene Luft zu sammeln. Sie wählten Früchte von verschiedenem Grade der Reife aus, und ebenso hellere oder bewölktere Tage und stellten die Versuche um 7 Uhr Morgens, um 12 Uhr, um 4 Uhr und um 11 Uhr Abends, vom 4. Juli bis Ende Septembers hin an. Da diese Früchte eines Monats zur Reife bedurften, und zu die-

ser Zeit die Untersuchungen angestellt wurden, so haben sie solche, die eine Woche sich zu entwickeln angefangen hatten, solche die 1 — 3 Wochen alt, und ganz und gar entwickelte, aber noch grüne, und durchscheinende, beinahe trockne, mit farbigen Samen versehene, untersucht. Das aufgefangene Gas haben sie getrocknet, gemessen, durch Kali die Kohlensäure hinweggenommen und mit Wasserstoff im Eudiometer die Sauerstoffmenge bestimmt. Die Resultate waren folgende.

Hülsen von mittlerem Alter.

Stunden	Tageszeit	Sauerstoff in 100 Maßen	Kohlensäure in 100 Maßen	Sauerstoff u. Kohlens. zusammen
11	Nacht	20,496	2,746	23,242
7	Früh bewölkt	20,673	2,618	23,291
12	Mittag bewölkt . . .	20,908	2,429	23,337
4	Nachmittag bewölkt . .	20,901	2,432	23,333
7	Früh Sonnenschein . .	21,086	1,907	22,993
12	Mittag Sonnenschein .	21,293	1,419	22,712
4	Nachmittag Sonnenschein	21,173	1,438	22,611
	Junge Hülsen.			
11	Nacht	20,583	2,639	23,222
7	Früh bewölkt	20,626	2,605	23,231
11	Mittag bewölkt . . .	20,766	2,446	23,212
4	Nachmittag bewölkt . .	20,743	2,475	23,218
7	Früh Sonnenschein . .	20,844	1,934	22,778
12	Mittag Sonnenschein .	21,032	1,762	22,794
4	Nachmittag Sonnenschein	21,246	2,098	23,344
	Alte Hülsen.			
11	Nacht	19,297	2,942	. 23,239
7	Früh bewölkt . . .	20,166	2,609	22,775
12	Mittag bewölkt . . .	20,626	2,461	23,087
4	Nachmittag bewölkt . .	20,595	2,475	23,070
7	Früh Sonnenschein . .	21,139	2,316	23,455
12	Mittag Sonnenschein .	21,246	2,106	23,532
4	Nachmittag Sonnenschein	20,676	2,107	22,783

Aus diesen Versuchen folgt, 1) daß die Luft von diesen Hülsen viel reicher an Kohlensäure ist, als die atmosphärische; 2) daß die Menge der Kohlensäure des Nachts größer ist als bei Tage; 3) daß Intensität und Dauer des Lichts beide die Kohlensäuremenge vermindern; 4) daß die Verminderung der Kohlensäure im Lichte in einem genauen Zusammenhange mit der Vegetation steht; 5) daß die Sauerstoffmenge zunimmt, so wie die Kohlensäuremenge abnimmt, d. h. zersetzt wird, so daß der Sauerstoffüberschuß unmittelbar aus der zersetzten Kohlensäuremenge abgeleitet werden kann; 6) daß die gegenwärtige Kohlensäure fast immer Stickstoff austreibt.

Aus diesen Versuchen geht ferner hervor, daß die Pflanzen auch ohne directen Einfluß der Sonnenstrahlen Kohlensäure zersetzen und daß diese Zersetzung mit der Dämmerung beginnt und den ganzen Tag hindurch fortgeht.

Eine andere Versuchsreihe haben sie mit Pflanzentheilen, die in Höhlungen Luft enthalten, übrigens auf dieselbe Weise angestellt. Auch diese Pflanzen haben sie unmittelbar darauf, wo sie frisch in der Erde vegetirend aufgenommen waren, dem Versuche unterworfen.

Heracleum Sphondylium . . 1
Angelica Archangelica . . . 2
Ricinus communis 3
Dahlia variabilis 4
Arundo Donax 5
Leicesteria formosa 6
Sonchus vulgaris 7

	Volumina Kohlensäure			Volumina Sauerstoff		
	des Nachts	bei Tage	Vermehrung bei Nacht	des Nachts	bei Tage	Vermehrung bei Nacht
1)		1,468			19,653	
2)	2,581	1,766	0,815	20,364	19,784	0,580
3)	3,078	2,721	0,357	18,656	16,876	1,780
4)	3,133	4,881	0,252	18,823	18,119	0,204

	Volumina Kohlensäure			Volumina Sauerstoff		
	des Nachts	bei Tage	Vermehrung bei Nacht	des Nachts	bei Tage	Vermehrung bei Nacht
5)	4,019	2,407	0,212	18,691	18,193	0,498
6)	2,879	2,267	0,612	19,137	18,703	0,434
7)		2,326		19,774	17,971	1,803

Die Luft, welche die Stengel enthalten, ist nach diesen Versuchen eine ganz und gar eigene, sie enthält mehr Sauerstoff und weniger Kohlensäure. Die Kohlensäure ist des Nachts in größerer Menge als am Tage darin vorhanden, die Differenz ist aber nicht so groß als in den Früchten. Auch die Menge des Sauerstoffs nimmt des Nachts zu, was also dem bei den Hülsen erhaltenen Resultate entgegengesetzt ist.

Calvert und Ferrand haben ferner die Luft, die in den Pflanzen enthalten ist, auf Ammoniak untersucht und diese wirklich darin gefunden. Sie haben die Mengen desselben mit Platinchlorid bestimmt und in Quantitäten von Platinsalmiak ausgedrückt. Leicestera formosa, Arundo donax, Ricinus communis, Phytolacca decandra und Hülsen von Colutea arborescens lieferten alle Ammoniak, und zwar bei Tage mehr als bei Nacht. Mengen von 1170 C. C. gaben z. B. 10 Milligr. Platinsalmiak. Die Angaben davon übergehe ich, weil dergleichen Versuche unmöglich ein richtiges Resultat liefern können.

Die genannten Luftinhalte sind also von der atmosphärischen Luft verschieden. Fragt man nach der Ursache dieses Gasgemenges, so lehren die Versuche von Calvert und Ferrand auf's Deutlichste, daß es einfacher Weise von der Atmosphäre herrührt, indem es mit dem Wasser des Bodens in die Pflanze eingedrungen ist, oder von derjenigen atmosphärischen Luft, die durch Pflanzentheile, die früher safthaltend waren, und ihren Inhalt durch Verdampfung verloren haben, dahin geführt, diesen leeren Raum ebenso einnahm, wie die leeren Markzellen oder Markhöhlungen. Die kleine Menge Kohlensäure, die darin

vorhanden und größer ist, als in der Luft, muß von der Kohlensäure, die überall im Pflanzensafte ist, abgeleitet werden. Daß diese Kohlensäure nichts mit Absonderung des Sauerstoffs oder Stickstoffs, oder der Aufnahme von Kohlensäure durch die Pflanzen zu thun hat, braucht nicht bemerkt zu werden.

Von ganz anderer Art sind die Luftkanäle oder Luftgänge, die eine regelmäßige Gestalt haben und zu den activen Luftbehältern zu gehören scheinen. Früher sah man die Spiralgefäße als die eigentlichen Luftkanäle an und glaubte man sogar, einen unmittelbaren Zusammenhang derselben mit den Spaltöffnungen gefunden zu haben. Es ist bereits gezeigt, daß, wenn schon Spiralgefäße nach einiger Zeit Luft führen, diese doch nicht diejenigen sind, die das Innere der Pflanze mit der Atmosphäre in eine unmittelbare Verbindung setzen. Die activen Luftkanäle sind säulenförmig, häufig scharfkantig, auf gewissen Zwischenräumen geschieden. Zuweilen sind diese Kanäle sehr lang und ohne Scheidewände, zuweilen sind sie durch eine Zellenreihe, zuweilen durch mehrere geschieden.

Die genannten Luftkanäle haben durch Spaltöffnung mit der Atmosphäre Gemeinschaft. Die Epidermiszellen und namentlich die Cuticula sind Hindernisse für den Luftzutritt zu den Pflanzensäften, die Diffusion hat durch poröse Körper, sowohl trockne als feuchte, in jedem Falle Statt; eine Gypsschicht und eine thierische Haut zeigen dieselbe namentlich stark. Die mit Wachs bekleidete Cuticula ist aber ein Hinderniß.

Die Luft aber, die durch die Spaltöffnungen der Luftkanäle in diese eindringt, ist vom Zelleninhalt nur durch dünne Häutchen von Cellulose getrennt, und es ist daher der Diffusion gute Gelegenheit gegeben. Die Ursache der Sauerstoff- und Stickstoffabscheidung ist ein Resultat des Stoffwechsels im Zelleninhalt, keinenfalls von Organen oder Zellenwänden, der Stoffwechsel tritt auf vielen Stellen der Pflanze ein, und diese ausgeschiedenen Gase und die aufgesogene Kohlensäure, die an vielen Orten der Pflanze zersetzt wird, haben häufig einen gro-

ßen Weg, sei es in Gasgestalt oder in wässerigem Safte gelöst, zurückzulegen, bevor sie an den Ort gelangen, woselbst die ersteren in die Atmosphäre übertreten, die letztere aber zersetzt wird. In den Luftkanälen aber wechseln die Gase nach den Gesetzen der Diffusion, freigewordener Stickstoff wird gegen Kohlensäure an diesem, freigewordener Sauerstoff gegen Kohlensäure an jenem Orte ausgewechselt, und während Kohlensäure in die Pflanzen eintritt, treten Sauerstoff und Stickstoff als Endresultate aus.

Aufnahme von Kohlensäure und Entlassung von Gasen durch die Pflanzen.

Die Beziehungen der Pflanze zur Atmosphäre sind von ebenso viel Bedeutung, als diejenigen derselben zum Boden. Aus der Atmosphäre aber scheinen sie die größte Menge von Baustoffen zu entnehmen. Man hat den Pflanzen ein Athmen von derselben Art wie bei den Thieren zugeschrieben. Wo keine Lungen vorhanden sind, kann auch kein Athmen statthaben.

Gewiß ist so viel, daß die Pflanzen viel aus der Luft entnehmen und viel an die Luft abgeben. Sie geben vor Allem Sauerstoff ab und nehmen dafür Kohlensäure auf. Diese Erscheinungen, die durch so viele Naturforscher studirt sind, verdienen eine besondere Ueberlegung, und sind zwei Erscheinungen, die in keinem unmittelbaren Zusammenhange zu einander stehen. Die Aufnahme der Kohlensäure geschieht nach den Gesetzen der Diffusion der Gase, das Austreten des Sauerstoffs aber geht in Folge einer chemischen Zersetzung vor sich, wobei sauerstoffarme, feste oder tropfbar flüssige Körper gebildet werden, so wie dieses bereits bemerkt ist.

Was die Abscheidung des Sauerstoffs anbelangt, so ist darüber bei der Umsetzung der Pflanzenstoffe schon gehandelt. Er tritt aus den Spaltöffnungen, aus dem Zelleninhalte stammend, aus. Die Spaltöffnung trägt nichts zur Aussonderung des frei

gewordenen Sauerstoffs bei. Fehlen sie, so kann dieses Gas von der ganzen Oberhaut entweichen. Eine dicke wachshaltige Oberhaut aber verhindert das Entweichen derselben.

Die Meinung, daß die Ausscheidung des Sauerstoffs von der Oberfläche und nicht von der Masse der Blätter abhängig sei (de Saussure Rech. p. 57), hat die Vorstellung von der eigentlichen Natur derselben sehr beschränkt. Die Oberfläche hat mit dem Freiwerden des Sauerstoffs nichts zu thun, dieses Freiwerden ist von der Anzahl von Moleculen, die sich in einem desorydirten Zustande befinden, abhängig, und steht mithin in einer unmittelbaren Verbindung zu der Masse des Blattes. Das Licht aber, welches die Oberfläche bescheint, dringt nicht tief unter die Oberfläche von fleischigen Blättern ein, und insofern, als dieses eine der Hauptbedingungen ist, um sauerstoffarme Körper zu erzeugen, so ist die Ausscheidung von Sauerstoff von dem Einflusse desselben abhängig.

Daher regelt sich die Ausscheidung des Sauerstoffs nach der Oberfläche mehr als nach der Masse der Blätter — nicht weil in der Oberfläche wirkende, abscheidende, auf geheimnißvolle Weise thätige Organe vorkämen — sondern weil sich der Einfluß des Lichtes auf moleculare Umsetzung nach der Oberfläche richtet. Könnte man z. B. die Zellenreihen eines Blattes, das 50 Lagen aufeinandergehäuft besitzt, alle neben einander stellen und somit die Oberfläche 50mal vergrößern, so würden die Stoffe, die in den häutigen Säckchen eingeschlossen sind, vielleicht 50mal so schnell ebenso sauerstoffarm geworden sein, als sie werden können, und also auch ebenso viel Sauerstoff abgegeben haben, als sie dessen fähig waren.

Außerdem, daß einige in den Pflanzen vorhandene Stoffe diese Neigung zum Sauerstoffverluste haben, besitzen sie auch das Vermögen, diese Neigung auf andere zu übertragen und selbst auf die Kohlensäure, die durch die Stomata der Luftkanäle eingeführt wird. Diese Kohlensäure, die aus sehr beständig vereinigten Bestandtheilen zusammengesetzt ist, wird unter diesen

Einflüssen zersetzt, sei dieses nun für sich, oder so, daß ihre Bestandtheile zu gleicher Zeit Verbindungen mit in den Zellen enthaltenen Stoffen eingehen. Auch hierüber ist schon früher gehandelt. Hier möge es genügen, darauf aufmerksam zu machen, daß zwischen Kohlensäureaufnahme und Sauerstoffausscheidung kein Verband statthat, außer insofern, als die aufgenommene Kohlensäure zersetzt und Sauerstoff daraus frei wird und somit eine neue Gelegenheit zur Aufnahme von Kohlensäure gegeben wird.

Die Versuche, die man über die Kohlensäureaufnahme und die Zersetzung der Kohlensäure in den Pflanzen angestellt hat, litten sämmtlich unter folgenden Schwierigkeiten.

Bei allen Veränderungen von sauerstoffreichen in sauerstoffarme Stoffe, die bei gesunden Pflanzen regelmäßig fortgehen, bei der Veränderung von Amylum z. B. in B. Chlorophyll. wird Sauerstoff entwickelt.

Durch diese Entwicklung aber, die in einem gewissen Sinne von den umgebenden Gasen abhängig ist, muß die Menge Sauerstoff in der Atmosphäre, worin der Versuch angestellt wird, zunehmen, wodurch die Reinheit der Resultate sehr beeinträchtigt wird.

Eine große Menge von Kohlensäure aber, die in der künstlichen Atmosphäre vorhanden ist, sättigt schnell alle Pflanzensäfte und feuchte Pflanzentheile, außerdem, daß die Pflanze selbst noch einen thätigen Einfluß darauf ausübt. Ein jeder CC. Pflanzensaft absorbirt ungefähr ein CC. Sauerstoff aus dem einfachen Grunde, weil es eine wässerige Flüssigkeit ist. Die Menge Kohlensäure muß daher noch durch andere Ursachen verringert werden, als aus der einzigen der Zersetzung durch die Pflanze selbst.

Sind endlich oxydirbare Stoffe in der Pflanze vorhanden, wie ätherische Oele, die in Harze übergehen können, so ist auch dieses eine Quelle der Verminderung des umgebenden Sauer-

stoffs und es entspringt hieraus noch eine Fehlerquelle für die aufgenommene Kohlensäure und den abgeschiedenen Sauerstoff.

Ich schicke diese Hindernisse bei den betreffenden Versuchen absichtlich voraus, damit man sich über die schwankenden Ansichten von dieser wohl bekannten Erscheinung und von den Abweichungen, die diese Versuche bei verschiedenen Pflanzen und unter verschiedenen Umständen stets darbieten müssen, Rechenschaft geben könne.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, die vielen Versuche, die um die Kohlensäureaufnahme durch die Blätter zu beweisen, angestellt sind, aufzuzählen. (Sie sind von van Rees, Conn. de decompositione acidi carbonici in vegetatione Traj. ad Rhen. 1818 und Meyen, Phys. II. p. 144 und Anderen angegeben.) De Saussure, Grischow und Andere haben diese Function ebenfalls außer Zweifel gestellt, es sind aber dessenungeachtet durch diese Beobachter selbst und durch andere bis in die letzten Zeiten hin, so viel außerordentliche Dinge hierin bekannt geworden, und die dabei gemachten Fehler so sehr übersehen, daß aus der sehr weiten Kenntniß der hierher gehörigen Gegenstände nicht viel zu brauchen ist. Ich will davon ein paar Beispiele mittheilen.

Die Versuche von Schultz, mitgetheilt in einem Briefe an Flourens (Journ. de Phys. et de Chim. Octb. 1844 p. 299), daß die Pflanzen keinen Sauerstoff aus zersetzter Kohlensäure von sich gäben, sondern von zersetzten Pflanzensäuren, als Gallussäure, Aepfelsäure, Milchsäure, Weinsäure, Citronensäure, scheinen zu viel zu beweisen. Wenn Pflanzen, die man in die Auflösungen dieser Säuren stellt, in demselben Maße Sauerstoff von sich gäben, wie diese Säuren aus den Auflösungen verschwinden, so ist damit noch keinenfalls erklärt, was in dem natürlichen Zustande damit vorgeht. Vorausgesetzt, daß eine Pflanzensäure wirklich zersetzt wird und Sauerstoff von sich giebt, indem sie andere Stoffe bildet, die zurückbleiben, so bleibt

immer die Frage, woher denn die Aepfelſäure, Weinſäure ꝛc. kommt.

Dieſe Verſuche von Schultz beweiſen nichts gegen die Aufnahme von Kohlenſäure, nichts gegen die Kohlenſäure als Quelle neuer Stoffe in den Pflanzen, die ihrerſeits zerſetzt werden und endlich zu einer Sauerſtoffausſcheidung Veranlaſſung geben müſſen. Sie lehren ferner, was aus der Geſchichte vom Humusextract bekannt und durch keinen einzigen Verſuch widerlegt iſt, daß die Pflanzen ſowohl organiſche als unorganiſche Körper aufnehmen können, und daß die organiſchen in die Pflanzen getreten und den Urſachen des Stoffwechſels ausgeſetzt, in der Art chemiſch umgeſetzt werden, daß ſie Nahrungsſaft genannt werden mögen.

Hoffmann hat (Ann. de Chim. et de Phys. Févr. 1845 p. 242) einige Verſuche über die Entwicklung von Kohlenſäure durch verſchiedene Pflanzen bekannt gemacht. Er ſtellte ſie friſch abgeſchnitten in einen Strom trockner kohlenſäurefreier Luft, trocknete die von der Pflanze weiterſtrömende Luft und leitete ſie in Kali. Bei den nachſtehenden Pflanzen bekam er auf 100 Grm. feuchter Pflanzen in 100 Min. die angegebenen Quantitäten entwickelter Kohlenſäure:

Agaricus detonsus	0,272
Hydnum repandum . . .	0,032
Agaricus puniceus	0,015
Russula emetica	0,032
Hypnum triquetrum . . .	0,212
Hypnum tamariscinum . . .	0,087
Euphorbia Peplus	0,019
Urtica urens	0,048
Cichorium endivia	0,023

Die Kohlenſäure, von der hier die Rede iſt, beweiſt für den natürlichen Zuſtand nichts. In dem trocknen Luftſtrome muß nothwendig kohlenſaures Waſſer verdampfen, ſo daß das Kali Kohlenſäure aufnehmen muß, und es haben ferner Cal-

vert und Ferrand und ebenso Draper bewiesen, daß man gasförmige Kohlensäure in den Pflanzen findet.

So ist denn ein Heer von Versuchen über die Kohlensäureentwicklung der Pflanzen angestellt, die aber leider für die Wissenschaft keinen Werth haben.

Zu denen, die den Schein der Tüchtigkeit tragen, gehören die folgenden.

Draper hat nämlich wichtige Versuche über die Einwirkung des Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure durch die Pflanzen (Annal. de Chim. et de Phys. Juin 1844 p. 214) angestellt. Zuerst hat er ausgemittelt, in wie weit die Versuche von de Saussure und Daubeny richtig angestellt waren, daß ferner auch Stickstoff mit dem in den Pflanzen entwickelten Sauerstoffgase gemengt war, und daß diese Entwicklung wirklich vom Sonnenlichte abhängt.

Stellt man diejenigen Versuche Draper's bei Seite, aus welchen der Einfluß der verschiedenen farbigen Lichtstrahlen hervorgeht — die für die Kenntniß des Lichtes von großem Belange sind, indem sie lehren, daß die größte Menge von Gas, welche die Blätter entwickeln, durch das gelbe und grüne Licht, und mithin durch die leuchtenden, nicht aber durch die titonischen oder warmen Strahlen hervorgebracht wird — so ist es für unseren Zweck von Wichtigkeit, das weiter zu verfolgen, was er über diese Entwicklung mitgetheilt hat.

Außer einer größeren oder geringeren Menge Kohlensäure, die er dem entwickelten Gase beigemengt fand, sammelte er die folgenden Gasmengen, nachdem er die Pflanzen in luftfreies kohlensäurehaltiges Wasser gestellt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, und die Pflanzen selbst wieder zuvor erst in kohlensäurehaltiges Wasser gelegt hatte, um alle in ihnen enthaltene Luft erst durch Wasser aufzunehmen.

	Sauerstoff	Stickstoff
Pinus taeda . . .	16,16	8,34
» » . . .	27,16	13,84

	Sauerstoff	Stickstoff
Pinus taeda . . .	22,23	21,67
Poa annua	90,00	10,00
» »	77,99	22,10

In jedem Falle entwickelte sich mit dem Sauerstoffe auch Stickstoff und es scheint ein bestimmtes Verhältniß unter den Mengen dieser beiden Gase stattzufinden. Die Stoffe, die er anwandte, um gefärbtes Licht hervorzubringen, wie z. B. zweifach chromsaures Kali, hatten weder auf die Mengen, noch auf die Beziehungen der beiden Gase zu einander einen Einfluß.

Aus diesen beiden Versuchen ist nur der Satz, der schon durch viele ältere Versuche in die Wissenschaft übergegangen war, bestätigt, daß die Blätter Kohlensäure zersetzen und Sauerstoff abscheiden; die große Menge Stickstoff, die der Kohlensäure beigemengt ist, verdient eine besondere Ueberlegung. Ist sie stets so groß, so müßte die Lehre, daß die Pflanzen allein die Kohlensäure zersetzen, hinwegfallen. Von woher anders käme diese große Menge Stickstoff, als von zersetzten stickstoffhaltigen Massen. Wäre es dagegen Stickstoff aus der Atmosphäre und hätte Draper also sein angewandtes Wasser nicht davon befreit, so müßte das Resultat ganz und gar sonderbar erscheinen, denn es hätten dann erstens auf 79 Stickstoff 21 Th. Sauerstoff entwickelt werden müssen, abgesehen von dem Sauerstoffe, der aus zersetzter Kohlensäure herrührt.

Dieses Resultat, daß wirklich stickstoffhaltige Körper neben Kohlensäure, die in Zersetzung begriffen ist, selbst mit zersetzt werden, ist durch andere, mit kohlensauren Salzen angestellte Versuche von Draper auf's Deutlichste erwiesen.

Namentlich durch einfach oder zweifach kohlensaure Alkalien, kohlensaures Kali oder Natron, die man in luftfreiem Wasser auflöst und wohinein Blätter gebracht wurden, sah er ebenfalls, daß Sauerstoff und Stickstoff ausgetrieben wurden. In reinem Wasser wird nichts entwickelt.

Im Dunkeln hatte bei den Auflösungen der kohlensauren

Salze ebenso wenig Gasentwicklung Statt, als bei kohlensaurem Wasser, so wie sie aber in diesen Lösungen dem Lichte ausgesetzt wurden, so fing die Entwicklung an und enthielten sie eine große Menge Sauerstoff. Eine Verschiedenheit zwischen der Gasmenge, die aus einfach oder zweifach kohlensaurem Salze, welches, um es in Sesquicarbonat zu verwandeln, gekocht war, konnte er nicht ausfindig machen. Von den kohlensauren Salzen, die in den Pflanzen vorkommen, ist daher, wenn sie in die Blätter treten, ebensowohl eine Zersetzung zu erwarten, als von der Kohlensäure, die im Pflanzensafte aufgelöst ist, und durch die Wurzel mit dem Regenwasser, worin sie gelöst ist, aufgenommen wurde. So wie aber die Kohlensäure, die an eine Basis gebunden ist, zersetzt wird, muß auch die Base frei werden und zur Sättigung anderer Körper, als neu gebildeter Säuren, oder zur Vereinigung mit anderen sogenannten indifferenten Stoffen als Dextrin, Cellulose u. s. w. dienen können.

Ammoniaksesquicarbonat gab dieselben Resultate und zwar ein Gasgemenge, welches gegen 90 Proc. Sauerstoff enthielt. Das Ammoniak wurde also dabei nicht zersetzt, sondern gebunden oder zu anderen Zwecken benutzt.

Eine Zersetzung der stickstoffhaltenden Körper und die von Kohlensäure, sei es von freier oder von an Basen gebundener, ist also das, was das Licht — nach Draper sowohl das directe als indirecte — auf die Pflanzentheile, auf die es fällt, ausübt. Es wird mithin eine große Menge von stickstoffhaltenden Stoffen bloß dazu verbraucht, und es hat uns Draper somit in den Stand gesetzt, einen neuen Blick auf den Dienst der stickstoffhaltigen Bestandtheile zu werfen, der in der jetzigen Zeit viel zu ausschließlich als vorzugsweise zur Thierernährung bestimmt, dargestellt wird. In Hinsicht auf diesen stickstoffhaltigen Körper müssen daher zwei Wirkungen unterschieden werden, nämlich Bildung und Zersetzung desselben. Die letztere geht unter dem Einflusse des Lichtes vor sich, die erstere im Dunkeln, in denjenigen Pflanzentheilen, die dem Lichte entzogen

sind; wir sahen (S. 724), daß es Gründe giebt, um die Bildung dieser Stoffe in den Wurzelfasern anzunehmen.

Man kann zweitens aus der zersetzenden Wirkung des Lichtes auf Kohlensäure der Blätter und auf die nicht zersetzende der Dunkelheit ableiten, daß in der Wurzel, im Stamme, kurz überall, wohin das Licht nicht durchdringen kann, keine Kohlensäure zersetzt und somit auch kein Sauerstoff frei wird. Daher kommt es denn auch, daß die Blätter und andere grüne Theile an B. Chlorophyll., Wachs, zunehmen, daß in den Samen sich Fette ausbilden, während diese im Stamme, in den Wurzeln und anderen dem Lichte unzugänglichen Theilen gar nicht oder nur spärlich, und dann nur in Folge der Saftverbreitung gefunden werden, weil sie an diesen Orten nicht gebildet werden.

Es ist nun vom chemisch-physiologischen Standpunkte aus von noch mehr Gewicht, nachzuforschen, was für Producte solche Pflanzen, die im Dunkeln vegetiren, liefern, was überhaupt darin fehlt und was die Stelle derjenigen ersetzt, die im Lichte sonst gebildet wären. Draper führt ferner an, daß in den Pflanzen, namentlich in den Spiralgefäßen, Luft vorhanden sei, von 88 — 94 Proc. Stickstoffgehalt. Es ist hier nicht der Stickstoff aus den obengenannten Quellen der Gasentwicklung abzuleiten, denn, nachdem durch das luftfreie, zum Versuche angewandte kohlensaure Alkali alles Gas und somit auch der Stickstoff ausgetrieben war, gaben die Blätter, der Luft ausgesetzt, wiederum ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, worin die Menge Stickstoff etwas geringer war — so wie es natürlich sein mußte — aber nicht in der Weise, daß der Satz: daß ein eigener stickstoffhaltender Körper in den Blättern zersetzt werde, unrichtig ist.

Der Stickstoff, den die Spiralgefäße enthalten, hat wahrscheinlich keine andere Quelle als die Atmosphäre, die durch die Säfte der Wurzeln aufgelöst und aufgesogen wird. Der Sauerstoff dieser atmosphärischen Luft muß zu mancherlei Stoffen verbraucht sein, und indem der Stickstoff unverbunden

übrig bleibt, bewegt er sich durch die vorhandenen Räume, die Spiralgefäße und Intercellulargänge fort, um an der Oberfläche der Blätter auszutreten.

In Beziehung auf die Mengen des durch Licht entwickelten Gases fand Draper, daß sie stets vollkommen gleich groß waren. Bei einem Versuche, in welchem er 20 Maß Kohlensäure angewandt hatte, bekam er 20 Maß des Gemenges von Sauerstoff und Stickstoff. Damit stimmt ein Versuch von de Saussure überein (Réch. chim.). De Saussure stellte 7 Schößlinge von Vinca pervinca in eine Glocke, die mit Queckſilber abgesperrt war; das Queckſilber war mit etwas Waſſer bedeckt, um das Verdunſten desſelben zu verhindern. Es waren in der Glocke:

	Vor dem Verſuche	Nach 7 Tagen
Stickstoff . . .	4199 C. C.	4338 C. C.
Sauerstoff . . .	1116	1408
Kohlensäure . .	431	0
	5746	5746

Dieſer Verſuch ſollte lehren, daß nicht bloß alle Kohlensäure aufgeſogen, ſondern auch Sauerstoff und Stickstoff dafür in die Stelle getreten waren, und zwar 291 Sauerstoff und 139 Stickstoff, die zuſammen 431 C. C. oder gerade ſo viel ausmachen, als Kohlensäure vor dem Verſuche vorhanden war.

Ich glaube aber, daß dieſes einfache Verhältniß hier zufällig iſt. Die Kohlensäure iſt zu organiſchen Körpern zerſetzt, die unmöglich in allen Pflanzen dieſelben ſein können. Die Menge frei gewordenen Sauerstoffs kann daher unmöglich beſtändig ſein. Bei ſolchen Verſchiedenheiten kann unmöglich eine conſtante Menge eines ſtickſtoffhaltigen Körpers, der Zerſetzung von der Kohlensäure, gefordert werden.

Draper ſelbſt fand, daß ſich gegen Ende der Operation mehr Stickſtoff entwickelte, als im Anfange, was nicht anders zu erklären iſt, als daß der ſtickſtoffhaltende Körper, der den Stickſtoff liefert, in intermediären Verbindungen zerſetzt wird, während er die Zerſetzung der Kohlensäure befördert oder her-

vorruft, und erst bei weiterem Verlaufe der Einwirkung selbst in Stickstoff zersetzt wird. Im einen wie im andern Falle ist damit das Zufällige dieses Verhaltens nachgewiesen.

Es ist nöthig, daß wir uns von der wichtigen Erscheinung, die wir betrachten, nähere Rechenschaft geben. Daß Kohlensäure durch die grünen Pflanzentheile aufgenommen und Stickstoff und Sauerstoff abgeschieden wird, ist gewiß. Damit aber verstehen wir die Erscheinung nicht. Aus den Versuchen von Draper folgt, daß stickstoffhaltige Stoffe in den Pflanzen in ihre Elemente zerlegt werden. Von wo anders her kommt sonst der Stickstoff, den die Pflanzen ausscheiden? Ist dieser das Pflanzeneiweiß, was diesen Stickstoff liefert, hört dieser auf Eiweiß zu sein, und kann er, indem er eine Veränderung erleidet, zum Entstehen von C. Chlorophyll (S. 281) von Pflanzenalkalien und anderen stickstoffhaltigen Körpern, die weniger Stickstoff enthalten, Veranlassung geben? Die in Umsetzung begriffenen Theile des Eiweißes liefern daher Stickstoff, indem sie neue Körper bilden. Die Veränderung geht vor sich, wo die neuen Körper entstehen, d. h. im Zelleninhalte, der sie aufnimmt. Darin wird denn auch der Stickstoff frei gemacht. Er ist in dem Zelleninhalte enthalten, so lange bis er durch Diffusion ausgetauscht werden kann und ist darin aufgelöst. Wasser kann eine meßbare Menge Stickstoff aufnehmen, ebenso wie vom Sauerstoff (S. 135). Der Saftwechsel der Zellen führt den Stickstoff mit sich und unter anderen auch nach den Luftkanälen, in welchen er durch Diffusion gegen Kohlensäure ausgetauscht wird und somit in die Atmosphäre durch die Stomata entlassen werden kann.

Der Stickstoff ist daher ein Endproduct des Stoffwechsels in den Pflanzen, ebenso wie die Kohlensäure ein Endproduct des Stoffwechsels bei den Thieren ist; oder will man eine noch entsprechendere Vergleichung: es ist der Stickstoff ebenso ein Endproduct der Zersetzung des Proteins durch die Pflanzen, wie

Harnſtoff (anomales harnſaures Ammoniak) ein Endpunkt des Stoffwechſels bei den Thieren iſt.

Eine ganz andere Art von Körpern muß der durch die Pflanzen entwickelte Sauerſtoff geben. Welche dieſe eigentlich ſind, die Kohlenſäure ausgenommen, iſt unbekannt. Es iſt aber gewiß, daß der Sauerſtoff ein Product des Stoffwechſels von in den Pflanzen vorhandenen Stoffen iſt. Einige derſelben kennen wir, namentlich die Stärke, von der man es als bewieſen annehmen kann, daß ſie hier und da in Fett übergeht, indem ſie Sauerſtoff abgiebt (S. 268). Dieſes aber entſteht aus Dextrin, das Dextrin aus uns unbekannten Stoffen. Genug, es muß bei der Entſtehung von ſauerſtofffreien oder ſauerſtoffarmen Körpern, z. B. von ätheriſchen Oelen und Fetten aus ſauerſtoffreicheren, z. B. Stärke, Sauerſtoff frei werden.

Auf dieſelbe Weiſe, wie dieſes bei dem Stickſtoff geſagt iſt, wird auch dieſer Sauerſtoff im Pflanzenſafte aufgelöſt und bleibt darin, bis er durch ein anderes Gas, durch eine Zellenmembran kann ausgetauſcht werden und zwar nach den Geſetzen der Diffuſion. Er kann ſich daher in den Lufthöhlen anhäufen, um nachher durch die Spaltöffnungen nach außen ausgetrieben zu werden und in die Atmoſphäre überzugehen.

Man hat ſich ſehr mit Unrecht die Vorſtellung gemacht, daß die in die grünen Pflanzentheile eindringende Kohlenſäure ihren Kohlenſtoff zurückließe und ihren Sauerſtoff frei mache. Es iſt kein einziger Beweis für dieſen Satz anzuführen, der zeigte, daß dieſes direct geſchehen kann. Es iſt im Gegentheil viel Grund, um gegenwärtig die Vorſtellung als unchemiſch zu verwerfen. Die Kohlenſäure ſoll die Elemente vom Waſſer aufnehmen und einen oder auch mehrere noch aufzuſuchende Stoffe bilden oder ſich mit mehreren bereits vorhandenen Körpern vereinigen, kurz die Kohlenſäure der Atmoſphäre, die in den Luftkanälen und alſo in den Pflanzen der pflanzenſafthaltenden Zellen zugeführt wird, die Kohlenſäure, die gegen ausgetauſchten Sauerſtoff und Stickſtoff in den Pflanzenſaft tritt, wird da

nicht auf einmal in Sauerstoff, der wieder zurückgeht, und in Kohlenstoff, der ohne weiteres verbunden wird, geschieden. Solche Vorstellungen — ich wiederhole es — sind durch nichts bestätigt.

Desorydationen der Nahrungssäfte und Verbindungen der Elemente in vielerlei Beziehung, hier und da Orydationen, kurz, Wechsel der Bestandtheile ist es, was uns das Pflanzenreich mit seinen tausenderlei Bestandtheilen vor die Augen führt. Die Neigung geht im desorydirenden Sinne, deshalb aber zerfällt die Kohlensäure noch nicht unmittelbar in Kohlensäure und Sauerstoff.

Die Art und Weise, wie die Kohlensäure durch die Pflanze aufgenommen und der Sauerstoff und Stickstoff ausgetrieben wird, ist einfacher Weise Diffusion. Kein Athemholen, kein Einsaugen von Kohlensäure, kein Ausathmen von zwei anderen Gasen findet hier Statt. Mit der Luft dringt das halbe Tausendtheil Kohlensäure, was darin enthalten ist, durch die Stomata in die Luftkanäle ein und ist dann nur durch eine dünne Zellenwand vom Zellensafte geschieden, von einem Zellensafte, der Sauerstoff und Stickstoff enthält. Nach dem Austausche diffundirt der Sauerstoff und Stickstoff der Pflanzen mit der Atmosphäre, die im Luftkanale eingeschlossen ist, und ebenso diffundirt stets die Kohlensäure der äußeren Luft mit und tritt durch das Stoma ein. Ebenso als hätte man in einem engen Rohre Kohlensäure, am oberen Ende desselben Sauerstoff und Stickstoff, am unteren aber ein Gemenge von 79 Stickstoff und 21 Sauerstoff.

Hiergegen wird vielleicht angeführt, daß in der That eine mehr active von den Pflanzen ausgehende Wirkung in dem Austreiben des Sauerstoffs sichtbar ist, wenn man grüne Pflanzentheile in kohlensaures Wasser oder in eine verdünnte Auflösung von kohlensauren Salzen dem Sonnenlichte aussetzt. Das Austreiben ist nicht mehr activ, es lehrt uns das Gesetz der Diffusion, daß es stattfinden muß. Die Kohlensäure tritt in

den Pflanzensaft, der Sauerstoff tritt aus. Letzterer aber ist viel weniger im Wasser auflöslich und muß sich deshalb vorzugsweise wie ein freies Gas in dem Wasser, was die Pflanzen bedeckt, verhalten. Alle austreibenden Ursachen im gewöhnlichen mechanischen Sinne genommen, sind hier auf einmal im Ueberfluß vorhanden, der Austausch von Kohlensäure und Sauerstoff, die Leichtlöslichkeit der ersteren, die Schwerlöslichkeit des letzteren im Wasser sind genügend, um die Erscheinung zu erklären. Der Wasserstoff diffundirt so stark durch eine Gypslage — unter Austausch mit atmosphärischer Luft — daß, wenn man den Versuch über der Wasserwanne macht, eine ansehnliche Wassersäule dadurch über den Wasserspiegel emporsteigt. Nach Graham haben CO^2, N und O gleichviel Zeit nöthig, um durch eine Gypslage hindurchzudringen.

Es verdient noch besondere Anmerkung, daß die Luftkanäle der Pflanzen, die durch die Stomata mit der Außenluft Gemeinschaft haben, nicht tief in das Pflanzengewebe eindringen, sondern in der That nur flach genannt werden müssen. Die Veränderung der Atmosphäre müßte sich deshalb auf den Orten durch besondere Producte bemerklich machen, wenn nicht die obengenannte Vertheilung der Gase durch den Zellensaft und ihre stufenweise Entstehung oder Zersetzung wirklich zugleich mit stattfände. Die an die Luftkanäle angrenzenden Zellenreihen liefern nichts Besonderes in den Inhalt, und es ist daher nicht allein hier, sondern überhaupt durch das Pflanzengewebe, welches vom Lichte getroffen wird, die Entstehung von neuen Stoffen aus der Kohlensäure, das Freiwerden von Stickstoff und Sauerstoff, verbreitet. Daher kommt es denn auch, daß von der aufgenommenen Kohlensäure wiederum ein Theil nach außen getrieben werden kann, in die Organe, die kohlensäurehaltenden und von wo anders her herbeigeführten Zellensaft enthalten, die aber nicht im Stande sind, die Kohlensäure in neue Verbindungen aufzunehmen, weil sie keinen dazu tauglichen Inhalt einschließen.

Die Versuche von Calvert und Ferrand (S. 844) leh-

ren uns einen solchen Kohlensäuregehalt der Gase kennen, die in den Pflanzen in größeren Höhlungen eingeschlossen sind. Diese Kohlensäure ist entweder aus dem Regenwasser des Bodens, oder aus der Atmosphäre her abstammend, vom Zellensaft aufgelöst und mit anderen Gasen, die jene Höhlungen anfüllen, gemengt und stammt aus dem Zellensafte, der an dieselben angrenzt. Ein directer Beweis, daß die Kohlensäure erst ein gasförmig aufgelöster Bestandtheil des Saftes wird und erst später und an einem anderen Orte neue Producte, aber diese nicht einmal jeder Zeit bildet.

Hierdurch aber werden wir von selbst auf die wohlbekannte Erscheinung, daß Pflanzen auch im Dunkeln Kohlensäure von sich geben, geführt. Diese ist im Pflanzensafte gelöste Kohlensäure. Der Impuls des Lichtes, der das Chlor und den Wasserstoff auf einmal zu Salzsäure verbindet, und der in den Pflanzen so mancherlei chemische Wirkung erregt, ist zur Scheidung von sauerstoffarmen oder sauerstofffreien Körpern behülflich. Dieses ist eine der ersten Bedingungen der Kohlensäureaufnahme durch die Luft, die in den Luftkanälen vorhanden ist, denn durch den Austausch des einen Gases gegen das andere geht diese Kohlensäureaufnahme von Statten. Das Licht ist die Ursache der Bildung von sauerstoffarmen Körpern in den Blättern, das Licht ist also die Ursache des Austausches von Kohlensäure gegen Sauerstoff und daher die Quelle der Aufnahme von Kohlensäure durch die Pflanzen.

Im Dunkeln aber verbinden sich Chlor und Wasserstoff nicht auf einmal, im Dunkeln fehlt die Neigung der Bestandtheile des Blätterzellensaftes in stets desoxydirendem Sinne neue Körper zu bilden, es findet somit im Dunkeln auch keine Bildung von Sauerstoff in den Bestandtheilen der an die Luftkanäle angrenzenden Pflanzensäfte Statt. Ein Austausch von Sauerstoff gegen Kohlensäure der Luftkanäle kann nicht sogleich stattfinden. Im Dunkeln dagegen folgen die Stoffe der Blätter dem sehr bekannten Gange der chemischen Stoffe, sie oxydiren

sich nämlich, verbrauchen den noch vorhandenen Sauerstoff des Pflanzensaftes und machen diesen sauerstoffarm. Die früher aufgenommene und noch nicht veränderte Kohlensäure, die noch im Safte aufgelöst ist, findet sich nun zu einem Gemenge von 79 Stickstoff und 21 Sauerstoff und einem halben Tausendtheil Kohlensäure in einem umgekehrten Verhältnisse, sie wechselt mit den Bestandtheilen der Luft, und während diese noch immer in den Zellensaft gehen, tritt die Kohlensäure nach außen und entweicht in die Atmosphäre.

Diese Erscheinung, die die Pflanzen des Nachts zeigen und welche die umgekehrte von derjenigen ist, die sie bei Tage vollführen, lehrt uns den kräftigen Einfluß des Lichtes auf den Chemismus der Pflanzenbestandtheile kennen, Stoffe, die in dieser Beziehung noch ganz und gar nicht studirt sind. Das, was im Dunkeln vorgeht, kann verhältnißmäßig nur gering zu dem sein, was am Tage geschieht. Denn mehr als das nicht verbrauchte und in der Nähe der Luftkanäle befindliche Kohlensäuregas kann im Dunkeln gegen die atmosphärische Luft nicht ausgetauscht werden, und die Kohlensäurezunahme ist daher stets zum Vortheil der Pflanzen, namentlich bei langen Tagen. In kurzen Tagen kann der Verlust des Nachts den Gewinn bei Tage aufwiegen und bei einer kunstmäßig hergestellten Dunkelheit wird die Sauerstoffaufnahme allmälig so groß, daß das grüne Chlorophyll oxydirt und farblos wird, so daß Chlorosis eintritt.

Von diesem Austausch der aufgenommenen atmosphärischen Luft und der ausgetriebenen Kohlensäure des Nachts kann ein Theil des Stickstoffs herrühren, den die Pflanzen von sich geben, wie viel dieses aber betragen mag, ist noch durch keinen Versuch ermittelt. Es verdient dieser Gegenstand aber eine besondere Untersuchung, die sehr wohl anstellbar ist.

Aus dem Angeführten geht hervor, daß Pflanzen, die man in Stickgas gebracht hatte, und die Kohlensäure und Sauerstoff von sich gaben, diese beiden Gase geben müssen, insofern man Sauerstoff zum Versuche anwandte, daß sie aber Stick-

stoff und Sauerstoff geben müssen, wenn man reine Kohlensäure zum Versuche angewandt hat. Die Kenntniß von den einfachen physischen Erscheinungen der Diffusion lehrt uns dieses sehr deutlich.

Die Menge Sauerstoff und Stickstoff endlich, die die Pflanzen bei einer normalen Zersetzung der Kohlensäure von sich geben, muß zuerst von dem Diffusionsvermögen der Gase und außerdem noch von vielen anderen Umständen abhängen.

Von diesen nenne ich nur einen, nämlich die Art der Stoffe, aus denen die Pflanze besteht. Unter übrigens gleichen Umständen muß eine Sagopalme mehr Sauerstoff entwickeln, als eine Oxalisart bei gleicher Kohlensäureaufnahme. Indem hier von 2 CO^2 nur O entwickelt werden kann, um Kohlensäure C^2O^3 zu bilden, muß — bei übrigens gleichen Verhältnissen — aus einer Oxalisart viel weniger Sauerstoff entwickelt werden, als aus der Sagopalme, die aus 12 CO^2 + 10 H^2O schließlich $C^{12}H^{20}O^{10}$ bildet und O^{14} an die Luft entläßt. Im ersten Falle treten von 12 CO^2 nur O^6 nach außen, im anderen Falle O^{24}.

Dieses Beispiel mag genügen, um zu zeigen, daß man es allein den Fehlern der Versuche zuzuschreiben hat, wenn man danach die Behauptung aufstellte, daß die Pflanzen ungefähr so viel Sauerstoff lieferten, als sie Kohlensäure zersetzt haben. Eine solche Gleichförmigkeit in den Producten der Pflanzennahrungsstoffe ist nicht vorhanden und somit ist auch dieses Gesetz nicht richtig. Fügt man zu der Verschiedenheit der Stoffe der Pflanzen die Verschiedenheit des Wachsthums im Bedarf an neuen Massen der 4 organischen Elemente, also auch an Sauerstoff, so sieht man wohl, daß die genannte Regel nur beweist, wie roh die Wissenschaft noch in ihren Erklärungen der Natur zu Werke geht.

Aus dem Mitgetheilten muß es zur Genüge hervorgegangen sein, daß die abgehandelte Erscheinung der Pflanzen mit dem Athemholen der Insecten — die übrigens keinen Athem

holen — verglichen werden kann, in deren Tracheen auf dieselbe Weise ein Austausch zwischen Kohlensäure, die austritt, und Sauerstoff, der in die Nahrungsflüssigkeit eintritt, stattfindet. Will man aber die abgehandelte Verrichtung der Pflanzen mit dem Athmen der höheren Thiere vergleichen, so ist die Vergleichung noch richtig, wenn man nur das Holen des Athmens ausschließt. (Man sehe d. Athmen d. Thiere.)

Die Wasserpflanzen verhalten sich in der besprochenen Verrichtung — die man mit einem besonderen Namen bezeichnen sollte — ebenso wie die Fische bei ihrem sogenannten Athemholen. Die Wasserpflanzen, die von Spaltöffnungen frei sind, liefern der im Wasser gelösten Kohlensäure durch die äußerste Schicht ihrer Zellen günstige Umstände zum Austausch des abgesonderten Sauerstoffs, ihre Function ist in diesen ebenfalls nach den oben angegebenen Gesetzen bestimmt.

Dieser wesentliche Unterschied ist zwischen dem Athmen der Thiere und dem der Pflanzen, daß die letzteren Sauerstoff geben und die ersteren aufnehmen, während die letzteren im Gegentheil Kohlensäure aufnehmen und die Thiere dieselbe von sich geben. Da nun die Kohlensäure auch Kohlenstoff in die Pflanzen einführt, so haben Einige das Athmen der Pflanze unter dem Nährungsprocesse aufnehmen wollen, was gewiß weniger ein Wortspiel ist, als daß man das thierische Leben eine Verbrennung nennt, weil die Thiere Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure dafür in die Stelle geben. Die Kohlensäure liefert die größte Masse der Pflanzen.

Ausdünstung.

Die Ausdünstung der Pflanzen ist von einem sehr großen Einflusse auf den Stoffwechsel, der in denselben vor sich geht. Die mit einer wässerigen Flüssigkeit gefüllten und davon in Folge dessen durchdrungenen Pflanzentheile müssen in trockner Luft viel, in feuchter Luft weniger von ihrem Wasser nach den bekannten Gesetzen abgeben. Es liegt in diesen Verrichtungen

kein besonderes Vermögen. Ein Pfahl und ein Baumstamm, ein Stock und ein Zweig eines Baumes, ein feuchtes Tuch und Pflanzenblätter verlieren sämmtlich von ihrem Wassergehalte, wenn sie trockner Luft ausgesetzt werden. Die Verdampfung geht im Winter wie im Sommer vor sich, denn selbst das Eis verdampft und nimmt an Quantität ab, indem es seine Theilchen an die Atmosphäre abtritt. In lebenden Pflanzen aber stellt sich das verdampfende Wasser des Sommers aus dem Boden, in dem Maße als dieses darin vorhanden ist, wieder her, und mit diesem Wasser werden die in demselben gelösten Stoffe in die Pflanzen geführt, während beim Verdampfen nur reines Wasser aus denselben austritt. (VIII. Kapitel.)

Mit Unrecht hat man die Stomata als den Ort betrachtet, an welchem die Verdampfung ausschließlich statt hat. Es ist wahr, daß die Cuticula und die Epidermiszellen von einer solchen Art sind, daß sie das Verdampfen des Wassers der saftreichen darunter liegenden Zellen nicht befördern, die Cuticula und Epidermiszellen bestehen aber aus mit Wasser durchdrungenen Membranen, die, wenn sie austrocknen, von den angrenzenden Theilen wiederum Wasser aufnehmen. Die Verdampfung geschieht daher von allen äußerlichen Theilen der Pflanze ohne Unterschied, weil alle äußeren Theile entweder feucht sind, oder mit feuchten Theilen in Berührung stehen.

Aus den Spaltöffnungen tritt nun aus denselben Gründen, weil die ganze Oberfläche der Pflanze Wasser ausdünstet, zugleich Wasserdampf nach außen, weil die Stomata mit den Höhlungen, die mit saftigen Zellen umgeben sind, Gemeinschaft haben. Die Massermenge, die von hier nach außen austritt, hängt, wenn alles Uebrige gleich ist, von der verdampfenden Oberfläche ab, und es ist somit die Frage, wie groß diese Höhlungen sind. Es ist gewiß ein Irrthum, daß hauptsächlich durch die Stomata Wasserdampf nach außen geführt werde.

In so weit aber muß bei derselben Oberfläche die Verdampfung durch die Stomata stärker sein, als die, welche durch

die Cuticula vor ſich geht, weil dieſe letztere viel Wachs enthält, die Zellen der Höhlungen aber, mit denen die Stomata Gemeinſchaft haben, dünnwandige Zellen ſind, frei von der Cuticula und alſo auch von dem die Verdampfung verhindernden Wachſe.

Dieſes Wachs der Cuticula iſt auch der Grund, weshalb Fleiſchfrüchte ſo langſam eintrocknen; ſie enthalten eine ſo große Menge Wachs in ihrer Cuticula, daß ihre Oberfläche häufig dadurch glatt und ſchimmernd wird. Je dicker die Cuticula iſt, deſto langſamer iſt die Verdampfung.

Das Austreten des Waſſerdampfes wird noch durch das Verdunſten des Sauerſtoffs unterſtützt, indem dieſes Gas nothwendig die Waſſerdämpfe, die in den Höhlungen der Stomata vorhanden ſind, wegführt und alſo in feuchtem Zuſtande austritt.

Dagegen ſind die Bedingungen der Verdampfung wieder ungünſtig, inſofern im Dunkeln kein Sauerſtoff entweicht, aber eine kleine Menge Kohlenſtoff durch dieſelben ausgeführt wird. Aus einer geſchloſſenen, mit einer kleinen Mündung verſehenen Höhlung geht aber das Verdampfen nur langſam vor ſich.

Sei es nun in den Höhlungen der Stomata oder auf der Oberfläche der Cuticula oder wo anders: dieſe Ausdünſtung der Pflanzen hängt von der Temperatur, dem Feuchtigkeitszuſtande der Luft und der verdampfenden Oberfläche, aber auch von dem Saftreichthume der Pflanze, von der Dicke der Cuticula ab. Die Pflanzenausdünſtung iſt eine reine Naturerſcheinung, die durch die Phyſik ihre ganze Erklärung findet.

Man hat behauptet, daß keinenfalls die Wärme, ſondern das Licht die Urſache der Verdampfung ſei und dazu die Verſuche von Sennebier und Hales angeführt, aus welchen hervorgehen ſoll, daß im Schatten die Verdampfung geringer iſt und des Nachts aufhört, daß aber bei Tage und in hellerem Lichte, ſelbſt bei niedrigeren Temperaturen, die Verdampfung auf das Kräftigſte vor ſich geht. Es ſind mir keine Verſuche bekannt, woraus man dieſes Reſultat mit Sicherheit folgern

könnte, und ich bezweifle somit auch diesen Satz. Das verdampfende Wasser war Wasser und brauchte keinenfalls aus seinen Elementen gebildet zu werden. Die Verdampfung des Wassers steht auch in keinem Falle mit dem Stoffwechsel in den Pflanzen in Verbindung, und es müßte daher sehr sonderbar sein, daß das Licht bei diesen feuchten Körpern das Verdampfen regelte, und die Wärme bei allen anderen, außer insofern, als der ausgetriebene Sauerstoff, nach dem so eben Mitgetheilten, von der Einwirkung des Lichtes abhängig ist.

Oxydirender Einfluß der Atmosphäre auf durch die Pflanzen bereitete Stoffe.

Die Ansicht, daß Alles in den Pflanzen in dem Zustande, in welchem wir es antreffen, von den Pflanzen in demselben abgeschieden oder erzeugt sei, daß es ein unmittelbares Erzeugniß des Stoffwechsels in den Pflanzentheilen sei, ist durchaus nicht richtig. Alles, was von den Pflanzen der Atmosphäre preisgegeben ist, erleidet darin jederzeit einen Einfluß, so weit es dessen nur fähig ist, alle Stoffe, die in den Pflanzen vorkommen, und Sauerstoff aufnehmen und dadurch neue Producte liefern können, werden dadurch mehr oder weniger verändert, weil die Luft in viele Pflanzentheile eindringt.

Der Einfluß ist nun nach Maßgabe des Luftzutrittes zu den Substanzen, die einer Veränderung fähig sind, verschieden, und je nachdem sie ganz oder theilweise der Einwirkung von anderen Stoffen, die in den Pflanzen vorhanden sind und jene Einflüsse modificiren, entzogen sind.

Die Bestandtheile von saftreichen Pflanzen erleiden von der atmosphärischen Luft nur einen geringen Einfluß, weil sie von einem wässerigen Safte überfüllt sind, der entweder keine oder nur wenig Luft aufgelöst enthält. Das Wasser beschützt hier die aufgelösten oder vertheilten Stoffe und auch diejenigen, die bereits als feste Stoffe abgeschieden sind, gegen den Einfluß der Atmosphäre. Alle weniger saftreichen, namentlich die alten Pflan-

zentheile aber, die nicht von einer wäſſerigen Flüſſigkeit durchdrungen ſind, erleiden dagegen den größten Einfluß der Atmoſphäre.

Von den fünf Stoffen der Atmoſphäre, dem Waſſer, Stickſtoff, Sauerſtoff, Ammoniak und der Kohlenſäure ſind nicht alle im Stande, beſondere Einflüſſe auszuüben. Den Stickſtoff können wir hierbei ganz ausſchließen, ebenſo das Waſſer und die Kohlenſäure, die durch die Wurzeln herbeigeſchafft und von den Blättern aufgenommen werden, namentlich inſofern ſie nicht auf Ernährung Bezug haben, worüber oben gehandelt iſt, es bleiben mithin nur das Ammoniak und die Kohlenſäure übrig. Der Einfluß des Ammoniaks iſt der Erfahrung zufolge ſehr beſchränkt. Die Flechtenarten, die Lakmus liefern, bleiben unter dem Einfluſſe der Luft ungefärbt, die kleine Menge des Ammoniaks ſcheint hierbei von keinem Einfluſſe zu ſein. Auf gleiche Art mag dieſes bei anderen Pflanzen Anwendung finden, inſofern wir etwa einige ſehr zarte Farbeſtoffe von Blumen ausſchließen, die durch Ammoniak oder durch Kohlenſäure der Luft ſich wirklich anders verhalten, als ſie es in einer von dieſen Gaſen freien Atmoſphäre thun würden.

Es bleibt alſo der orydirende Einfluß des Sauerſtoffs allein übrig. Dieſer iſt von einer unbegrenzten Thätigkeit und verdient unſere Aufmerkſamkeit in hohem Maße. Daher rühren die Farben der Rinden, die großen Reihen von Harzen, von einigen Pflanzenſäuren, die in den Pflanzen gefunden werden und die, wäre die Atmoſphäre nicht ſauerſtoffhaltend, nicht in den Pflanzen vorkommen könnten. Durchlaufen wir die Stoffe des Pflanzenreichs, ſo werden wir dieſen Einfluß der Atmoſphäre in der Ergänzung neuer Stoffe aus den von den Pflanzen abgeſchiedenen Stoffen, als einen der wichtigſten kennen lernen. (Man ſehe hierüber weiter Harze, Gerbſäure, Gallusſäure, Zimmtſäure, Benzoëſäure u. ſ. w.)

Die chemiſchen Zuſammenſetzungen der verſchiedenen Rinden von Holzgewächſen haben viel mehr Uebereinſtimmendes, als

die des Holzes dieser Pflanzen. Zuerst enthalten sie die von den Blättern niedergeführten Stoffe, die, weil in den Pflanzen chemische Umsetzung im desoxydirenden Sinne stattfand — es ist namentlich Sauerstoff entwickelt — in der Regel sauerstoffarm oder sauerstofffrei sind. Die ätherischen Oele findet man daher in dem Bastparenchym vorzugsweise und ebenso die daraus entstandenen Harze. (Man sehe beide.)

Daher rührt die Allgemeinheit in Stoffen, womit die Baste von Holzgewächsen der Dikotyledonen gefüllt sind, Stoffe, die natürlicher Weise unter einander verschieden sind, die aber zu demselben Geschlechte chemischer Körper gehören.

Es ist noch ein anderer Grund für die Gleichförmigkeit der genannten Stoffe. Der Einwirkung der Luft preisgegeben, vergehen die alten, durch den Holzwachsthum geborstenen und mit glatten Gefäßen versehenen Baste in ulminartige Stoffe, die von brauner Farbe sind, an alten Rinden von sehr verschiedenen Bäumen dasselbe Ansehen und viele chemische Eigenschaften mit einander gemein haben.

Es kommt endlich noch ein vielen Rinden gemeinsamer Bestandtheil, die Gerbsäure hinzu, eine Säure, die in krautartigen Pflanzen, in Blättern und Früchten gefunden wird, die aber doch vorzugsweise in den Rinden gebildet zu werden scheint.

Es sind ohne Zweifel diese Stoffe, die in der folgenden Untersuchung angegeben sind. Die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Phlobaphens mit den früher von mir untersuchten Körpern scheint mir dafür zu sprechen. Stähelin und Hoffstetter haben (Ann. de Chim. et Phys. Juill. 44. p. 63) nämlich einige Rinden untersucht.

Aus dem Baste von Pinus sylvestr. zogen sie mit Aether eine Wachsart aus. Darauf mit Weingeist Stoffe, von denen einer durch Wasser in rothbraunen Flocken niedergeschlagen werden konnte, ein anderer aber in der sauer reagirenden Flüssigkeit aufgelöst blieb. Den ersteren Stoff nannten sie Phlobaphen und fanden darin:

	Gefunden	Atome	berechnet
C.	62,78	20	62,77
H.	4,30	16	4,12
O.	32,92	8	33,10.

Er löste sich in Ammoniak auf und wurde durch ein Bleisalz gefällt.

Die sauer reagirende Flüssigkeit schlug Eisensalze grün nieder, war gelb und adstringirend. Sie fanden $C^{20} H^{16} O^{10}$ als Zusammensetzung und es war der dadurch dargestellte Stoff ein Gemenge aus zwei anderen, wovon der eine Phlobaphen + Wasser war.

Denselben Stoff ziehen kohlensaure Alkalien nach der Behandlung mit Aether und Weingeist aus der Rinde und endlich blieb das Skelett der Rinde übrig. Dieses gab:

	Gefunden	Atome	berechnet
C.	52,20	34	57,20
H.	5,61	42	5,30
O.	42,19	21	42,50.

Nach diesem Skelett ist das Phlobaphen in größter Menge in dem Baste vorhanden und es färbt denselben braun. In Platanus acerifolia fanden sie einen ähnlichen Stoff $C^{20} H^{16} O^{3}$ + 2 Aq. und das Skelett von derselben Zusammensetzung wie bei Pinus.

In China flava wiederum $C^{20} H^{16} O^{3}$, daneben aber noch einen anderen $C^{21} H^{24} O^{7}$.

In Betula alba wiederum $C^{20} H^{16} O^{6}$ in der weingeistigen Lösung, in der alkalischen $C^{20} H^{16} O^{8}$ + Aq.

Es ist nur einmal die Temperatur, bei welcher getrocknet wurde, angegeben. Wir sind daher in Bezug auf die Zusammensetzung dieser Körper nicht völlig gewiß.

Wir können indessen daraus folgern, daß in alten Rinden ein Stoff vorkommt, der sich an die ulminartigen in den Eigenschaften anschließt. Daß er in zwei Zuständen, in einem in Weingeist löslichen und in einem in Alkalien löslichen vor-

kommt und darin, daß er wahrscheinlich ein Apothema ist; daß ferner das ganze durch Auflösungsmittel ausgezogene Skelett von alten Basten eine gleichförmige Zusammensetzung zu haben scheint.

Das Reifen der Früchte.

Beim Reifen der Früchte hat man zwei Momente zu unterscheiden, das Wachsthum und die Entwickelung und das eigentliche Reifen. Eine Menge von Untersuchungen sind hierüber angestellt, aber nur wenige von Werth, weil man diesen Unterschied nicht scharf genug in's Auge gefaßt hat.

Indem ich die Resultate von Ingenhouse, Sennebier, Davy mit Stillschweigen übergehe, ist es nöthig, die von de Saussure und Couverchel näher zu betrachten (Ann. de Chim. et de Phys. T. 46 p. 147). Die von Bérard, wenn schon er viele Analysen von reifen und unreifen Früchten angestellt hat, sind nicht von der Art, daß sie die Sache in ihrem eigentlichen Wesen gut entwickelt hätten.

De Saussure hat es gut durchschaut, daß grüne Früchte denselben Einfluß auf die Luft ausüben, wie die Blätter, nur fand er denselben geringer. Die Menge Kohlensäure, die sie aufnehmen, vermindert sich in dem Maße, als sie sich dem Zustande der Reife nähern. Dieselben Thatsachen sah Couverchel bestätigt, er lehrte indessen noch weiter, daß beim Reifen Kohlensäure von denselben ausgestoßen werde.

Was nun die Entwickelung der Früchte anbetrifft, so muß sie den allgemeinen Ursachen, die in den Pflanzen thätig sind, zugeschrieben werden. Eine Zufuhr von Stoffen durch den Blattstiel, eine Zufuhr von Stoffen durch die Luft, wofür Sauerstoff entwickelt wird, sind die beiden Quellen der Stoffvermehrung in den Früchten, ebenso wie sie dieses in den Blättern sind, denn auch diese empfangen Stoffe durch den Blattstiel und Kohlensäure durch die Luft.

Wenn aber auch in Blättern und Früchten einer und derselben Pflänze vollkommen dieselben Stoffe ursprünglich vorhanden waren, so muß dennoch schnell eine Stoffverschiedenheit in beiden entstehen. Denn die Mengen der neben einander endosmotisch wechselnden Stoffe ist in beiden sehr verschieden, und aus den verschiedenen Mengen muß sogleich eine Verschiedenheit in der Natur derselben hervortreten, so daß dieses eine Quelle von Verschiedenheit durch Vermannichfachung in den zahlreichen Zellen werden muß. Proteinverbindungen, Dextrin, Zucker, der Seifenstoff, Salze, in einem Worte die Bestandtheile des Pflanzensaftes, treten durch den Fruchtstiel ein und werden durch die Kohlensäure der Luft vermehrt. Auf diese Weise nimmt die Masse der Frucht stets unter starker Vermehrung der Zellen zu und es herrscht überhaupt eine große Thätigkeit, die Vermehrung geht durch die Oberhaut regelmäßig fort, die Säfte werden dadurch concentrirt und die Kohlensäure immer fort zersetzt.

Allmälig treten noch zwei Ursachen mit einander auf, die aber auf dasselbe hinauslaufen. Wenn nämlich die Frucht ihre Größe erreicht hat, so trocknet der Fruchtstiel aus und wird allmälig von der Pflanze getrennt, zu gleicher Zeit entwickelt sich Wachs in der Cuticula, so daß dadurch das Austrocknen verhindert wird. Von nun an findet weder eine Zufuhr von Stoffen durch den Fruchtstiel, noch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft Statt, es ist ein abgeschlossenes Ganzes entstanden, welches in sich selbst thätigen Stoffwechsel erleiden kann, aber nur insofern, als es dazu selbst die nöthigen Stoffe enthält.

Der letztere Schluß ist allein aus den Beobachtungen von Couverchel abgeleitet. Entwickelte Fleischfrüchte sah er von und an der Pflanze reifen.

Couverchel hat bei seinen Versuchen mit entwickelten und reifenden, an und von der Pflanze entwickelten Früchten stets eine Entwickelung von Kohlensäure wahrgenommen, ohne daß der Sauerstoff der Luft abnahm. Es ist die Frage, woher dieses kommt. Eine Ausscheidung von Kohlensäure durch che-

mische Reaction kann man hier in keiner Weise erwarten, aber eine solche, wie die bei den Blättern. Ich verweise in Betreff dieses auf die Versuche von Draper und das, was dabei hierüber gesagt ist.

Endlich hat Couverchel noch Versuche über die Aufbewahrung von Früchten sowohl im luftleeren Raume als im Stickstoff, was Bérard als ein vollkommen sicheres Mittel angegeben hat, angestellt; er sah indessen die chemische Umsetzung der Bestandtheile in einem fort gehen, ebenso wie sie dieses in der Luft thun, es konnten also die Früchte unter keinem Umstande schmackhaft erhalten werden. Ich kann hinzufügen, daß Aepfel, die von hier nach Indien in luftleeren Gefäßen gesandt wurden, ganz und gar geschmacklos wurden, wenn schon sie keine Spur von Fäulniß zeigten.

Die Fleischfrüchte bekommen während der Reife ebenso wie die Beerenfrüchte einen größeren Zuckergehalt, als sie nach vollkommenem Auswachsen, aber noch unreif, enthielten. Es ist die Frage, woher dieser Zucker rührt. Kann man sein Entstehen aus den in den unreifen ausgewachsenen Stoffen ableiten und angeben, aus welchen? Sehen wir zu diesem Zweck die Analysen von Bérard nach.

Bestandtheile	Aprikosen		Reine Claude		Kirschen	
	unreife	reife	unreife	reife	unreife	reife
Harzartiges Blattgrün	0,27		0,03	0,08	0,05	
Farbestoff					nicht bestimmt	
Zucker	0,63	11,61	17,71	24,81	1,12	3,13
Dextrin	4,22	4,85	5,58	2,06	6,01	3,23
Pflanzenzellenstoff und Pektose	3,01	1,21	1,26	1,11	1,44	1,12
Eiweiß	0,41	0,93	0,45	0,28	0,21	0,57
Aepfelsäure	1,07	1,10	0,45	0,56	1,75	2,01
Kalk	0,08	0,06	Spur	Spur	0,14	0,10
Wasser	90,31	80,24	74,57	71,10	88,28	74,85
Citronensäure						

Beſtandtheile	Pfirſichen			Birnen		Kreuzbeeren (Kruisbessen)	
	unreife	reifere	reife	unreife	reife	unreife	reife
Harzartiges Blattgrün	0,04	0,03		0,08	0,01	0,03	
Farbeſtoff			0,10				
Zucker	Spur	6,64	16,48	6,45	4,52	0,52	6,24
Dextrin	4,10	4,47	5,12	3,17	2,07	1,26	0,78
Pflanzenzellenſtoff und Pektoſe	3,61	2,53	1,86	3,80	2,19	8,45	8,01
Eiweiß	0,76	0,34	0,17	0,08	0,21	1,07	0,86
Aepfelſäure	2,70	2,03	1,80	0,11	0,08	1,80	2,41
Kalk	ſehr wenig			0,03	0,04	0·24	0,29
Waſſer	89,39	84,49	74,87	86,28	83,88	86,41	81,10
Citronenſäure . . .						0,12	0,31

Es geht aus dieſen Analyſen hervor, daß die Säuren, die hier beinahe bloß Aepfelſäure zu ſein ſcheinen, nicht in ihrer Menge abnehmen, und der Satz Liebig's (Jour. de Phys. et de Chim. T. 4 p. 85 1844), daß dieſe Säuren in Zucker verändert würden, iſt hiernach zu urtheilen falſch. Die Säuren nehmen nur ſcheinbar ab, weil der Zucker zunimmt und den ſauren Geſchmack der Früchte mäßigt; nach Bérard ſollen die Säuren in vielen noch zunehmen *).

Die Beſtandtheile, die abnehmen, ſind Dextrin, wiewohl hierin nach Bérard's Analyſen auch Ausnahmen vorkommen. In keinem Falle iſt die Verminderung des Dextrins in ſeiner Menge ſo groß, wie die Vermehrung des Zuckers.

Es nehmen ferner nach Bérard's Analyſen die mit Pektoſe und Zellenſtoff bezeichneten Stoffe ab. Aber auch hieraus iſt die Zunahme von Zucker nicht zu erklären.

Kann der Zucker von der aus der Luft aufgenommenen Kohlenſäure abgeleitet werden? Nach meiner Ueberzeugung keinenfalls. Es müßte in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge derſelben in den Fruchtſtiel eindringen, was — beſtände auch die Atmoſphäre aus Kohlenſäure — nicht möglich wäre.

*) In Vogelbeeren nimmt die Aepfelſäure gegen die Reife hin ohne Zweifel ab.

Die Meinung, daß die Pektose der Früchte durch die Säuren in Zucker sollte verändert werden, ist offenbar grundlos. Denn es würden in den Früchten dazu keine Säuren nöthig sein, wenn auch wirklich eine solche Umsetzung statthätte. Rüben, Wurzeln, Beet- und Mangoldswurzeln geben alle Pektinsäure und Zucker, ohne eine freie Säure zu enthalten. Die Pektose aber giebt, wie wir (Scheik. onderz. D. III. p. 247) gesehen haben, sowohl Zucker als Pektinsäure und weit entfernt, eine Veränderung der Pektinsäure in Zucker festzustellen, scheinen beide vielmehr gleichen Schritt in ihrer Entwickelung mit einander zu halten.

Die Zusammensetzung der Pektose und die Unmöglichkeit, um vor wie nach ihre Entstehung aus anderen Körpern zu erklären, macht es für jetzt unmöglich, eine richtige Vorstellung von dem Stoffwechsel, der beim Reifen der Früchte statthat, zu geben. Hüten wir uns daher, eine bestimmte Vorstellung hieran zu knüpfen, bis neue Thatsachen hierüber einiges Licht verbreitet haben.

Will man diese Untersuchung gut einrichten, so muß man unreife, vollkommen ausgewachsene Früchte anwenden, diese von der Pflanze trennen und die Veränderungen, die die Stoffe für sich erleiden, studiren. Diese Untersuchung ist aber, der Schwierigkeiten einer genauen Scheidung der Bestandtheile halber, auch noch deshalb mit Mühseligkeiten verbunden, weil gerade gegen die Reife hin der Umfang der Früchte sehr stark zunimmt, und somit durch den Fruchtstiel sehr viel herzu geführt wird; ferner weil dann ein sehr bedeutender Stoffwechsel durch eine starke Verdampfung unterstützt, statthat, und endlich, weil die beiden Momente von Entwickelung der Frucht, Wachsthum und Reifen mitunter zusammenfallen. So ist es bekannt, daß die Kirschen bei starker Sommerwärme vor ihrer Reife sehr merklich aufschwellen und dabei ferner reifen. Die Aufschwellung ist eine Folge von dem durch die Pflanzen geführten Pflanzensaft, und die dann schon sehr rothe

Kirsche nimmt keine Kohlensäure mehr aus der Luft auf. Alles, was sie erhält, kommt aus der Pflanze und deren Veränderungen, die in den Stoffen der Frucht vor sich gehen, und ist daher ein Gemenge von dem, was schon vorher vorhanden war, und von dem neu gebildeten. So weit unsere jetzigen Kenntnisse reichen — und sie sind gering, die wenigen Analysen von Bérard sind unvollkommen — so ist kein Grund vorhanden:

1) um der Kohlensäure der Luft, die durch den Fruchtstiel aufgenommen wird, einen wesentlichen Dienst in der Herbeischaffung der Fruchtstoffe zuzuerkennen; die Oberfläche der Frucht nämlich ist in Bezug auf den Inhalt sehr gering, die Kohlensäure in der Atmosphäre klein, die Vegetation der Früchte rasch;
2) daß wir uns die Vorstellung machen, daß erst Pflanzensäuren und aus diesen Zucker bereitet werden solle, ebenso wenig wie Dextrin oder Pektose durch die Säuren.

Es scheint im Gegentheil, als würde die Hauptmasse der Früchte durch den Fruchtstiel herbeigeführt.

Daß indessen eine wirkliche chemische Zersetzung im angeführten Stoffe in der Frucht statthat, ist nicht zu bezweifeln, ebenso wenig, daß die Säuren in der unreifen Frucht von der Kohlensäure abzustammen scheinen.

Fremy hat über das Reifen der Früchte Versuche angestellt (Compt. rend. 21. 1844). Fleischfrüchte, die vom Baume abgenommen wurden, verändern den Sauerstoff schnell in Kohlensäure. Am Baume, mit einem Firniß überzogen, hörten sie auf sich zu entwickeln. Er zieht hieraus nicht mit Bérard den Schluß, daß diese Kohlensäurebildung zum Reifen der Früchte nöthig sei, sondern daß Respiration zu einer guten Entwickelung erforderlich ist. Die Luft, die in reifen Früchten enthalten war, enthielt sehr wenig oder gar keinen Sauerstoff, aber sehr viel Kohlensäure, die unreifen hatten keine Kohlensäure, aber Sauerstoff. Eine zerkleinerte Birne hörte auf, Kohlensäure zu liefern.

Er fand in Trauben von nur 5 Milligr. Gewicht schon Weinsäure. In Folge dessen glaubt er nicht, daß die Weinsäure aus einer anderen Säure bereitet werde. Ein Pflaumenbaum mit einer Natronauflösung, zu der Zeit als die Frucht zu reifen begann, begossen, ließ die Früchte scheinbar reif abfallen, sie schmeckten aber durchaus nicht süß. Er schließt hieraus ebenfalls, nicht wie Béranurd, daß die Säuren Zucker bilden, sondern daß das Alkali die Zuckerbildung verhindert habe.

Daß die reifen Früchte nicht sauer schmecken, glaubt er einer größeren Menge von Basis zuschreiben zu müssen, die die Säure sättigt, nicht aber dem Zucker, der jene verhülle *).

Dieses über Fleisch- und Beerenfrüchte.

Die Früchte der Leguminosen und viele andere, in der Regel diejenigen, welche Stärke enthalten, zeigen gerade

---

*) Fremy schließt aus seinen Versuchen:

1) Man verhindert das Reifwerden der Fruchte, wenn man sie mit einem Firniß bedeckt, der zugleich dem Einflusse der Luft und der Transspiration Widerstand leistet.
2) Die Veränderung des Sauerstoffs der Luft in Kohlensäure, während der Reife, ist eine Erscheinung, die von der Organisation der Frucht abzuhängen scheint.
3) Das Gas, welches die Fruchte enthalten, ist ein Gemenge von Stickstoff und Kohlensäure. Der Sauerstoff befindet sich nur in den noch grunen Früchten in merklicher Menge, ein Resultat, was Beobachtungen uber die Respiration der Fruchte bestätigt haben.
4) Die Weinsäure, die in einer Traube enthalten ist, ist nicht das Product der Modification einer anderen Säure, so wie einige Chemiker geglaubt haben, denn sie ist schon in dem ersten Entwicklungszustande derselben, sowie in der reifen Beere enthalten.
5) Die Fruchte, die sich bei Gegenwart von Alkalien entwickeln, enthalten keinen Zucker.
6) Vom Momente des Reifens an werden die Säuren der Früchte zum Theil gesättigt und bilden Kalk oder Kalisalze.
7) Die Veränderungen, welche die Fruchte erleiden, die vom Baume abgenommen sind, gehören einer Zersetzungsperiode an, in welcher die Luft einen großen Einfluß ausübt.
8) Einige stickstoffhaltige thierische oder pflanzliche Stoffe können die organischen Salze in Kohlensäure umwandeln. Dieses besondere Verhalten, welches beweist, wie die Alkalien in den Pflanzen auftreten, erlaubt auch die Anhäufungen von kohlensaurem Kalke zu erklären, den man häufig in den Blättern findet. (Fremy über das Reifen der Früchte: Journ. de. Chim. Medic. Mars 1845 p. 132.)

das umgekehrte Verhalten als die Fleischfrüchte, sie enthalten nämlich viel Zucker und verhältnißmäßig wenig Amylum, so lange sie noch unreif sind, sie behalten diese Menge Zucker und vermehren ihr Amylum, während sie reifen.

Dieses lehren uns die Erbsen und die Bohnen. Nach Einhof enthält unreife Gerste 15,97 Proc. Stärke 5,55 Zucker, während die reife Gerste 67,18 Stärke und 5,21 Zucker enthält. Es mag nun die Stärke als Dextrin, oder so wie beim Mais (S. 250), als Zucker herzugeführt werden, die Zuckermenge vermindert sich während der Reife nicht. Hier kann an keine Veränderung der aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure gedacht werden, die Masse muß durch den Fruchtstiel herbeigeführt sein, und das, was in der Gerste vorfällt und im Mais, kann daher erklären, was in den Fleischfrüchten vor sich gehen muß.

Mit demselben Pflanzensaft, wovon das Wasser im Samen verdampft — ein Grund, weshalb solche Früchte zu ihrer Reife warme Tage bedürfen — werden auch zugleich eine Menge von Proteinverbindungen, Salze u. s. w. herbeigeführt.

Diese mehlhaltenden Früchte sind darin endlich noch wesentlich von den Fleischfrüchten verschieden, daß in diesen letzteren eine sehr starke Zellenvermehrung statt hat, die mehligen Samen hingegen feste Stoffe in den Zellen bereiten und sich nicht sehr erweitern: ein wichtiger Unterschied, den nahe verwandte Producte, wie Cellulose und Amylum sind, zeigen.

Endlich verdienen die ölhaltenden Samen noch erwähnt zu werden, von denen wir, insofern sie feste Stoffe enthalten, (S. 269) gesehen haben, daß sie erst Amylum enthalten und dieses in dem Maße verlieren, als die Fette zunehmen. Eine merkwürdige Umsetzung also von dem einem Stoffe in einen anderen, wobei eine große Menge Sauerstoff nach außen getrieben wird.

Ebenso muß dieses in allen Samen der Fall sein, die ätherische Oele enthalten, Anis-, Fenchel- und Kümmelsa-

men. Aus welchen Stoffen diese ätherischen Oele aber entstehen, ist noch nicht gezeigt.

Blick auf die Pflanzensubstanzen in Hinsicht ihrer Entstehung.

Die Stoffwechsel, die in den Pflanzen vor sich gehen, umfassen alle die Veränderungen, welche die von außen dargebotenen Nahrungsstoffe erleiden, wenn sie in geformte Pflanzentheile oder in formlose und zum Inhalt der Zellen gehörige oder in nach außen ausgetriebene Stoffe verändert werden. Es ist eine schwierige Sache, in dieses weite und noch so wenig bearbeitete Feld einige Ordnung zu bringen, die gegenwärtige Wissenschaft giebt hierzu nur einige Fingerzeige.

Gewöhnlich unterscheidet man in der Pflanzenphysiologie zwei Arten von Stoffwechsel, die nämlich, welche Ernährung und die, welche Abscheidung genannt wird. Dieser Unterschied ist aber nicht genau genug. Nicht etwa, weil nicht bestimmte Stoffe nach außen ausgetrieben werden, sondern weil diese dann ausgeschiedene und nicht abgeschiedene Stoffe genannt werden müssen, ist keine bestimmte Grenzlinie zwischen dem, was man ernährt und dem, was man abgeschieden nennt, zu ziehen. Beide Functionen fließen häufig in einander und haben gewiß ein inniges ursächliches Verband.

Ich habe weder den Namen von Ernährung, noch den von Abscheidung oder Ausscheidung in dem gewöhnlichen Sinne beibehalten. Was zu dem nothwendigen Zelleninhalt gehört, mag man gleichwohl Nahrung nennen, weil es Form annehmen kann und zu den bleibenden Bestandtheilen gebracht werden muß. Vielleicht ist selbst viel von dem, was in den Pflanzen in einen festen Zustand übergeht, als völlig indifferent für das Pflanzenleben anzusehen und mehr ein Endresultat von Stoffwechsel, als eine Hauptbedingung des Pflanzenlebens. Die verdickten Holzzellenlagen z. B., die eine so große Masse in allen holzartigen Gewächsen ausmachen, kön-

nen ohne Zweifel als ſolche angeſehen werden. Sie ſcheinen zu den Stoffen zu gehören, welche in den Pflanzen fehlen können, ohne daß der weſentliche Charakter der Pflanzen dadurch beſtimmt wird, während im Gegentheil die Säuren und der Zucker von Fleiſchfrüchten ganz unentbehrliche Stoffe ſind, ohne welche man ſich dieſe nicht denken kann.

Was endlich viele ab- und ausgeſchiedene Stoffe anbetrifft, ſo ſind auch dieſe häufig ſo weſentlich für die Art des Pflanzenlebens ganzer Familien, daß ſie keinenfalls als überflüſſige oder ſchädliche und deshalb auszutreibende Stoffe betrachtet werden müſſen, z. B. viele ätheriſche Oele, das Opium im Mohn u. ſ. w.

Wenn wir auf den Anfang und das Ende der Metamorphoſen, die im Pflanzenreiche vor ſich gehen, ſehen, ſo ſollte es einfach erſcheinen, da ſchon ſo viele Pflanzenſtoffe entdeckt ſind, dieſe zu erklären. Wir brauchten dazu vom Nahrungsſtoffe der Pflanzen, d. h. von Kohlenſäure, Ammoniak, Waſſer, Ulminſäure, Huminſäure, Geinſäure, Quellſäure und Quellſatzſäure zwei oder drei als Ausgangspunkte zu betrachten und daraus mit der Feder die Entſtehung eines Pflanzenkörpers zu conſtruiren, ſo wie wir dieſes (S. 64) mit dem Amylum gethan haben. Citronenſäure iſt dann Kohlenſäure und Waſſer $C^4H^4O^4$, die Sauerſtoff verloren haben:

$$4CO^2 + 2H^2O = C^4H^4O^4 + O^6$$

Chinin $= C^{20}H^{24}N^2O^2$ wird aus ulminſaurem Ammoniak:

$$C^{40}H^{28}O^{12} + N^2H^6O + CO^2 + CH^2O = C^{41}H^{40}N^2O^{21} =$$

$$= C^{20}H^{24}N^2O^2 \text{ Chinin}$$

$$C^{21}H^{24}\ O^{12} \text{ Chinaſäure (3 Aeq.)}$$

$$O^7 \text{ Sauerſtoff}$$

$$C^{41}H^{40}N^2O^{21}$$

Auf ſolche Weiſe ſollten wir fortgehen und mit der Feder die ganze organiſche Natur dahin ſtellen. Die phyſiologiſche Chemie iſt gleichwohl keine Wiſſenſchaft von Möglichkeiten und Wahrſcheinlichkeiten, ſondern von Gewißheiten, und wo dieſe

fehlen, bringen uns auch dergleichen Wahrscheinlichkeiten nicht weiter. Der Schein von Wahrheit ist die Wahrheit nicht, das Wort Wissenschaft kommt nicht her von scheinen, sondern von wissen. Die Schemata können uns höchstens lehren, was aus den Pflanzen muß ausgetrieben werden und was in dieselben treten muß, insofern wir wissen, was in derselben gebildet wird.

Es fördert daher die Wissenschaft auch nicht, ob wir zwischen allen Pflanzenstoffen einen solchen Zusammenhang anschaulich machen, und da uns das Meiste von der Pflanzenentstehung noch unbekannt ist, so ist es gut, die Unwissenheit einzugestehen und uns mit dem Wenigen, was wir bis jetzt wissen, begnügen und abwarten, was später hierin noch geschehen wird.

Unverkennbar ist außer in den der Luft zugänglichen Theilen der Pflanzen eine Tension nach Desoxydation allgemein in denselben vorhanden, und also gerade das Entgegengesetzte von dem wahrzunehmen, was eine erhöhete Temperatur denselben mittheilt. Die Bildung von sauerstofffreien Körpern, ebenso wie viele ätherische Oele, oder sauerstoffarme, als Pflanzenalkalien, lehren diese Tension kennen. Aus dem allgemeinen Streben zur Desoxydation — wovon wir eine Aeußerung in der Entwicklung von reinem Sauerstoffe sehen, und die wir als Factum annehmen, ohne sonst mehr davon zu wissen, als weshalb die Glühhitze dem Eisen gerade die entgegengesetzten Eigenschaften giebt — können wir immerhin die Entstehung von vielen Körpern im Allgemeinen erklären; zu einer gründlichen Erklärung aber würde nöthig sein, daß wir der Entstehung so auf der Spur folgten, wie wir die Entstehung des Mellons ableiten, indem wir damit anfangen, in einem Eisengefäß Blut mit Pottasche zu erhitzen, das gebildete Blutlaugensalz mit Schwefel glühen, durch das Schwefelcyankalium Chlor hindurchleiten und das Schwefelcyan erhitzen, um daraus endlich Mellon darzustellen. Es ist durchaus

kein Grund vorhanden, um in der Entſtehungsweiſe des Mellons nach etwas mehr zu ſtreben, als in der Entſtehungsweiſe der Weinſäure, und kennen wir die letztere nicht ebenſo wie die der erſteren, ſo kennen wir auch die Entſtehung derſelben nicht.

Die allgemeinen Beſtandtheile, wenn nicht von allen Pflanzen, doch von den meiſten, ſind Celluloſe, Amylum Inulin, Mooſsſtärke, Gummi, Pflanzenſchleim, Dextrin, die verſchiedenen Zuckerarten, der Stoff des hornartigen Eiweißes, die alle nach der Formel $C^{17}H^{20}O^{10}+$ einer gewiſſen Menge Waſſers abgeleitet werden können. Gleichfalls Pektoſe, deren Zuſammenſetzung noch nicht bekannt iſt; die beiden die Holzzellen verdickenden Lagen, der Stoff der Cuticula, des Korkgewebes einiger Markarten, welche alle im VI. und VII. Kapitel abgehandelt ſind. So weit es unſere Kenntniß erlaubt, iſt die Geneſis dieſer Stoffe an jenem Orte bereits entwickelt, ſo die Wachsarten, die Fette, das Chlorophyll und die verſchiedenen Formen, in denen das Protein in den Pflanzen auftritt.

Es bleibt uns ferner noch übrig, die weniger allgemeinen, bisweilen ſehr ſeltenen Beſtandtheile zu betrachten. Ich beſchränke mich auf diejenigen, wovon wir gute Analyſen haben, und übergehe natürlicher Weiſe die noch nicht analyſirten — deren Anzahl groß iſt — und auch diejenigen, die in Bezug auf ihre Beſtandtheile noch zweifelhaft ſind, mit Stillſchweigen.

Kleeſäure.

Unter den ſehr allgemein in den Pflanzen verbreiteten Körpern trifft man die Kleeſäure mit Kalk verbunden an. Dieſer kleeſaure Kalk, der ſich unter ſehr ſchönen Geſtalten zeigen kann, verdient unſere Aufmerkſamkeit ganz beſonders. In ſehr ſtärkereichen Pflanzentheilen fehlt er häufig, ſo z. B. in den Kartoffeln, aber in ſtärkehaltigen Cacteen iſt er dagegen ſehr allgemein vorhanden. In jedem Falle iſt die Kleeſäure viel allgemeiner, als irgend eine der anderen Pflanzenſäuren, ohnehin werden die meiſten Säuren in den Früchten

gefunden, die Kleesäure aber wird sowohl als zweifach kleesaures Kali in den Sauerampferarten als in Form von oxalsaurem Kalk in verschiedenen Pflanzentheilen gefunden.

Diese allgemeine Verbreitung der Kleesäure ist doppelt bemerkenswerth, weil diese Säure an der Grenze der organischen Körper steht und eine anomale Pflanzensäure ist, die in ihrem Vermögen, sich mit Basen zu verbinden, der Schwefelsäure in mancher Beziehung gleichkommt, ein Zersetzungsproduct von Salpetersäure u. s. w. auf manche indifferente Stoffe des organischen Reiches ist, wobei sie neben Kohlensäure entsteht. So z. B. bei der Zersetzung von Zucker durch Salpetersäure, sie tritt daraus endlich nach Abscheidung des Wasserstoffs, frei von demselben wie die Kohlensäure und von dieser nur durch ½ Aeq. Sauerstoff verschieden, aus.

Fügen wir diesem Allem noch hinzu, daß Thatsachen unwiderleglich dastehen, daß die Pflanzen Kohlensäure aufnehmen und zersetzen und Sauerstoff ausscheiden, so werden wir gleichsam mit einem Fingerzeig auf die Wahrheit geführt, daß wirklich in den Pflanzen, welche Kleesäure enthalten — und deren giebt es sehr viele — dieselbe aus Kohlensäure entstehen muß.

Die Art und Weise, durch welche die Kleesäure aus der Kohlensäure gebildet wird, leiten wir daher aus der allgemein erkannten Neigung der in Pflanzen allgemein vorkommenden Stoffe, Sauerstoff abzugeben, ab. Für ein jedes Doppelaequivalent aufgesogener Kohlensäure tritt also 1 Aeq. Sauerstoff aus, und wird 1 Aeq. Wasser gebunden und $C^2O^3 + H^2O$ gebildet. Ist nun eine Basis wie Kalk vorhanden, so bleibt die Kleesäure in einem unveränderlichen Zustande, fehlt aber eine solche Base, so schreitet die Sauerstoffausscheidung immer fort und es können dadurch andere Stoffe, andere Säuren auftreten.

Daß die Kleesäure in den Pflanzen wirklich aus Kohlensäure bereitet wird, und ein Oxydationsproduct aus Zucker

oder einem zu demselben Geschlecht gehörigen Stoffe ist, ist leicht zu beweisen. In Körpern, worin Kupferoxydsalze zu Oxydulsalzen reducirt, worin Kohlensäure unter Sauerstoffabscheidung zersetzt wird, worin überall Desoxydationserscheinungen sich zeigen, muß die Annahme der Entstehung des höchsten aller organischen Oxydationsproducte großen Widerspruch finden. Die Kleesäure wird nächst sauerstoffarmen Körpern gebildet, während sie außerhalb des Pflanzenreichs nur unter solchen Umständen gebildet wird, wo an erzeugte organische Stoffe leicht und im Ueberfluß entwickelter Sauerstoff hinzugefügt wird.

Ist daher hiermit etwas in Betreff der Entstehung einiger organischer Stoffe bewiesen, so ist es das, daß die Kleesäure unter Sauerstoffverlust aus Kohlensäure bereitet wird.

Säuren der Früchte.

Was die meisten Pflanzensäuren anbetrifft, so kann man gegenwärtig als ausgemacht ansehen, daß sie complexe Säuren sind. Dieses gilt auch für die polybasischen. Sind sie es nicht bei gewöhnlicher Temperatur, so werden sie es bei höherer oder unter gewissen und bestimmten Umständen; Citronensäure z. B. wird durch Silberoxyd leicht in eine Verbindung von Citronensäure und Aconitsäure verändert:

$$\begin{aligned} & 3(C^4H^4O^4) \\ = \; & 2(C^4H^4O^4) + C^4H^2O^3 + H^2O \\ = \; & C^{12}H^{10}O^{11} + H^2O \end{aligned}$$

so wie dieses Berzelius (Jahresb. 1840 S. 354) angegeben hat. Dumas (Ann. de Chim. et de Phys. T. 5 p. 360) stellt die Bildungsweise folgendermaßen dar:

Oxalsäure . . .	$C^2 \; O^3$
Essigsäure . . .	$C^4H^6O^3$
Essig-Oxalsäure .	$C^4H^4O^3$
	$C^2 \; O^2$
	$C^{12}H^{10}O^{11}$

Er giebt indessen keinen Beweis für seine Meinung.

Weinsäure: $2(C^4H^4O^5)$ ist nach Dumas (Ann. de Chim. et Phys. T. 5 p. 353) eine Verbindung von 2 At. Kleesäure und 1 At. Essigsäure weniger H^2O, so daß H^2 durch die Essigsäure und O durch die Kleesäure gegeben wird:

$$2(C^4H^4O^5) = C^4H^4O^3 + C^4O^5$$
$$= C^8H^4O^8$$

wozu 2 aq. hinzuaddirt, giebt: . $= 2(C^4H^4O^5)$

Diese Ansicht ist nach wie vor nicht zu erweisen, es mag aber der Satz gültig bleiben, daß alle polybasischen Säuren nicht als eine einzelne Gruppe können angesehen werden, daß sie vielmehr aus so vielen Gruppen zu einem Ganzen vereinigt angesehen werden müssen, als die polybasischen Säuren Aequivalente der Basen in ihren Salzen aufnehmen.

Dazu gehören nun die Weinsäure, die Aepfelsäure und die Mekonsäure.

Einige Säuren kommen in Früchten vor, und es ist bemerkenswerth, daß diese sämmtlich durch ein einfaches Verhalten zu einander kenntlich sind:

Citronensäure . .	$C^4H^4O^4.3 = C^{12}H^{12}O^{12}$
Aepfelsäure . . .	$C^4H^4O^4.2 = C^8H^8O^8$
Weinsäure . . .	$C^4H^4O^5.2 = C^8H^8O^{10}$
Paraweinsäure . .	$C^4H^4O^5$.

Insofern es nun bewiesen ist, daß Vogelbeeren erst Weinsäure und nachher Aepfelsäure enthalten, so führt dieses zu dem Schlusse, daß Pflanzensäuren, unter sauerstoffentwickelnden Einflüssen in einander übergehen können, und dann werden wir von selbst zu der Ansicht geführt, daß die Kohlensäure, die im Pflanzensafte gegenwärtig ist, zuvor ganz und gar oder überhaupt nicht in Kleesäure verändert, mit H^2O bei fortschreitender Desoxydation zuerst Weinsäure (oder Traubensäure) und dann Citronensäure oder Aepfelsäure bilde.

Die Citronensäure ist, nach den von Berzelius mit dem Silbersalze angestellten Analysen, eine complexe Säure:

$$2.\ C^4H^4O^4 + C^4H^2O^3$$

Ist nun die Aepfelsäure $C^4H^4O^4$ aus Weinsäure und diese aus Kleesäure entstanden, welche selbst wiederum aus Kohlensäure gebildet wurde, so läßt sich die vorhin aufgestellte Ansicht in Betreff des Ursprungs der Säuren auch über die Aconitsäure und die Fumarsäure ausdehnen, die beide aus $C^4H^2H^3$ bestehen.

Kohlensäure und Wasser in den Zersetzungskreis aufgenommen, können also, so weit wir wissen, die Säuren der Früchte und einige derjenigen, die sich durch ihre Zusammensetzung jenen anschließen, bilden.

Diese Ansicht gewinnt noch mehr Grund, wenn wir verfolgen, wie einige Oxydationsproducte mancher sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Körper in den Pflanzentheilen entstehen, welche durch Luftkanäle mit der Atmosphäre in freier Verbindung stehen. Es ist aber kein Grund vorhanden, um in stets unter desoxydirenden Einflüssen stehenden Pflanzentheilen eine so hohe Oxydation anzunehmen, als daselbst stattfinden müßte, wenn aus einem der allgemein verbreiteten Pflanzenstoffe, z. B. aus Dextrin, Aepfelsäure oder Weinsäure entstehen sollte.

Die genannten Säuren, sind sie einmal in den Früchten entstanden, halten Stand und werden beim Reifen derselben durch Zucker, der an Menge zunimmt, bloß eingehüllt.

Die in den Pflanzen allgemein verbreiteten Säuren sind außer den genannten, der:

Aconitsäure . $C^4H^2O^3$ und
Fumarsäure . $C^4H^2O^3$

noch einige, wie die folgenden, die in einigen Pflanzentheilen oder allgemein in gewissen Pflanzen vorhanden sind.

Mekonsäure . $C^{14}H^8O^{14}$ im Opium,
Chinasäure . . $C^7H^8O^4$ in der China,
Veratrinsäure . $C^{18}H^{18}O^7$ in Sabadillsamen,

Valeriansäure. $C^{10}H^{13}O^3$ in Valeriana,
Roccellsäure . $C^{17}H^{32}O^4$ in Roccella tinctoria
Chinovasäure . $C^{38}H^{58}O^9$ in China nova.

Man kann über die Entstehung dieser Säuren nichts sagen, von der Valeriansäure wissen wir, daß sie auch künstlich aus Kartoffelfuselöl $C^{10}H^{22}O + H^2O$ dargestellt werden kann, wenn man Kali darauf einwirken läßt, wobei Wasserstoff ausgetrieben und Wasser gebunden wird.

Gerbsäure.

Die Gerbsäure, $C^{18}H^{10}O^9$, die so häufig in verschiedenen Pflanzentheilen verbreitet und in einigen in großen Mengen angehäuft ist, begleitet sehr häufig die Stärke oder wird von derselben begleitet. Wenn man die Gerbsäure mit verdünnter Schwefelsäure kocht, so entsteht Gallussäure und Traubenzucker, wovon ein Theil in Humussäure verändert wird:

1 At. Gerbsäure . $C^{18}H^{10}O^9$
2 At. Gallussäure. $C^{14}H^4O^6$

$C^4H^6O^2$

Wenn man dazu noch Wasser fügt, so entsteht daraus Traubenzucker.

Setzt man Gerbsäure der Einwirkung des Sauerstoffs aus, so entsteht Gallussäure und Kohlensäure, und zwar letztere von einem dem aufgesogenen Sauerstoffe gleichen Volumen: C^4 von $C^4H^6O^3$ nehmen O^3 auf und bilden $4CO^2$.

Fügt man hinzu, daß Galläpfelpulver mit Wasser befeuchtet Gallussäure, Kohlensäure und Alkohol giebt, und daß Gallussäure und Gerbsäure dieselben Producte bei der trocknen Destillation geben, so ist es wahrscheinlich, daß überall, wo man in Pflanzentheilen Gallussäure findet, diese ein Zersetzungsproduct von Gerbsäure ist, woran die Pflanze keinen Theil nimmt, eine Zersetzung, wobei entweder bloß Trau-

benzucker unter Wasserbindung gebildet werden, oder durch aufgenommenen Sauerstoff Kohlensäure frei werden kann *).

Die Bildung von Gallusäure und Traubenzucker oder von Gallusäure und Kohlensäure, je nachdem Schwefelsäure oder Sauerstoff auf Gerbsäure einwirkt, lehrt, daß man in der Gerbsäure ebenso wie im Salicin Traubenzucker anzunehmen hat, so daß also die Gerbsäure als eine Verbindung von Gallusäure und Traubenzucker angesehen werden mag, wenigstens nach den Analysen, die wir bis jetzt von der Gerbsäure besitzen.

Erhitzt man die Gerbsäure stark und auf einmal, so entsteht daraus ebenso wie aus Gallusäure: C^2H^2O ein- oder mehrmal genommen, nämlich Pyrogallusäure. Durch vorsichtiges Erhitzen von Gerbsäure oder Gallusäure bis auf 250° entsteht aus beiden $C^6H^4O^2$, d. h. Metagallusäure.

Bei vollkommener Gleichartigkeit von ganz eigenthümlichen Producten der pyrochemischen Producte ist aller Grund vorhanden, um die Präexistenz von Gallusäure in der Gerbsäure anzunehmen, namentlich in Verbindung mit dem Vorhergehenden.

Es ist noch eine Veränderung von Gerbsäure, welche in physiologischer Hinsicht Aufmerksamkeit verdient, nämlich die in Apothema. Diese geschieht in und außerhalb der Pflanzen und besteht in einer solchen Umsetzung der Bestandtheile der Gerbsäure, daß dabei Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure abgegeben wird und kein Pflanzenorgan weiter Theil hat.

Durch diese Veränderung werden gerbsäurehaltige Pflanzenrinden braun, so z. B. Chinarinde, Kastanienrinde, Weidenrinde, Eichenrinde, Zimmtrinde u. s. w. Die Kastanien selbst sehen in der Fruchtbekleidung weiß aus, werden aber bald braun. Ebenso verhält es sich mit der schönen Ver-

*) Gerbsäure, die in Blättern vorhanden ist und Sauerstoff aufnimmt, muß Kohlensäure ausstoßen. Daher können adstringirende Blätter wirklich Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure von sich geben.

änderung der Farbe, die das Mahagoniholz an der Luft erleidet.

In Rinden, in welche die Luft der Atmosphäre leicht eindringen kann, erleidet die Gerbsäure dieselbe Veränderung wie in ihrer an der Luft abgedampften Auflösung. Es bildet sich Apothema. Je nachdem dann die Rinden brauner sind, sind sie auch weniger gerbsäurehaltend und ist davon mehr Apothema bereitet.

Zimmtsäure.

Zimmtsäure $C^{13}H^{14}O^3$ muß nothwendig Bittermandelöl enthalten und somit bestehen aus $C^{14}H^{12}O^2 + C^4H^2O$. Erdmann und Marchand beobachteten beim Erhitzen der Zimmtsäure mit Schwefelsäure und zweifach chromsaurem Kali die Entstehung von Bittermandelöl, während sie aus Benzoësäure bei derselben Behandlung dieses nicht erhielten. (Journ. Bd. 2B S. 497.) Es kann auf diese Weise aber vom Bittermandelöl nichts entweichen, was als ein Kennzeichen dieser beiden Säuren dienen kann, der freiwerdende Sauerstoff muß die größte Menge Bittermandelöl in Benzoësäure verwandeln. Genug es liefert uns dieser Versuch einen durchaus zweifellosen Beweis, daß in der Zimmtsäure wirklich Benzoylwasserstoff vorkommt und daß diese somit eine complere Säure ist.

Die Verwandlung der Zimmtsäure in Nitrobenzoësäure, wenn man sie längere Zeit hindurch der Einwirkung von Salpetersäure aussetzt, führt zu demselben Schluß. (Bullet. 1839 p. 380.)

Die Zimmtsäure ist ein Oxydationsproduct von einem Zersetzungsproducte des Zimmtöls. $C^{18}H^{16}O^2$ wird durch Austausch von H^2 und O, also durch den Sauerstoff der Luft gebildet, der ölige Körper selbst, der Cinnamylwasserstoff, entsteht aus Zimmtöl auf folgende Weise:

	C	H	O
3 Aeq. Zimmtöl .	60	66	6 + O^6
α Harz . . .	30	30	4
β Harz . . .	12	10	1
Cinnamylwaſſerſtoff	18	16	2
5 Aeq. Waſſer . .	—	10	5
	60	66	12

In der Zimmtrinde wird ſomit nur $C^{20}H^{20} + H^2O$ abgeſchieden, Alles, was man von Harzen oder Zimmtſäure darin findet, ſind Oxydationsproducte von Zimmtöl.

Die Benzoëſäure $C^{14}H^{10}O^3$ entſteht ohne Zweifel auf gleiche Weiſe im Benzoë. Das flüchtige Oel aber, woraus erſt Benzoylwaſſerſtoff $C^{14}H^{12}O^2$ gebildet und durch den Sauerſtoff der Luft in Benzoëſäure verwandelt wird, iſt bis jetzt der Beobachtung entgangen.

Salicin.

Nach neueren Verſuchen von Piria iſt Salicin aus nicht kryſtalliſirbarem Zucker und einem Stoffe, den er Saligenin nennt, zuſammengeſetzt*).

Glucoſe . . .	$C^{24}H^{40}O^{20}$
Saligenin . . .	$C^{28}H^{32}O^8$
Salicin . . .	$C^{52}H^{72}O^{28}$

Man trennt dieſe beiden Stoffe durch eine Auflöſung von Synaptaſe, nach einiger Stunden Berührung ſchüttelt man das Gemenge und ſtellt es in Ruhe. Das Saligenin iſt in Aether aufgelöſt, es kryſtalliſirt in großen glänzenden Platten, giebt mit Eiſenoxydſalzen eine indigoblaue Färbung; verdünnte warme Säuren verändern es in Saliretin, Salpeterſäure in Pikrinſäure, andere oxydirende Körper in Salicylwaſſerſtoff. Ver-

*) Cpt. rend. Jul. 34 p. 186.

dünnte Salpetersäure bildet, indem sie auf Salicin einwirkt, eine Verbindung von Glucose und Salicylwasserstoff:

$$C^{52}H^{70}O^{31}.$$

Dieser Stoff, den er Helicin nennt, wird durch Synaptase, Säuren und Alkalien in Glucose, Salicylwasserstoff und Wasser zerlegt:

Glucose . . .	$C^{24}H^{40}O^{20}$
Salicylwasserstoff	$C^{28}H^{34}O^{8}$
Wasser. . . .	$H^{6}O^{3}$
Helicin . . .	$C^{52}H^{70}H^{31}$

Wenn orydirende Körper (zweifachchromsaures Kali und Schwefelsäure) auf Salicin einwirken und Salicylwasserstoff duraus entstehen lassen, muß nach Piria das Saligenin Wasserstoff verlieren und die Glucose ganz und gar orydirt werden.

Das Salicin ist daher ein complexer Stoff und das Saligenin $C^{28}H^{32}O^{8}=2\,(C^{14}H^{16}O^{4})$ als eine Verbindung von den Elementen des Wassers mit denen vom Benzoylwasserstoff $C^{14}H^{12}O^{2}+2\,H^{2}O$ anzusehen.

Benzoësäure, Spiräaöl, Zimmtsäure, Salicin haben daher dieselbe organische Gruppe gemein. Die beiden letzten sind wieder complexe Verbindungen.

Das Phloridzin $C^{42}H^{58}O^{24}$ ist ebenfalls ein complexer Stoff, der sich an das Salicin anschließt, da in beiden Fruchtzucker vorkommt. Durch Digestion mit verdünnter Schwefelsäure wird das Phloridzin zersetzt, der Fruchtzucker wird in der Flüssigkeit aufgelöst und ein Stoff $C^{30}H^{30}O^{10}$, der Phloretin genannt wurde, abgeschieden.

Phloretin . . .	$C^{30}H^{30}O^{10}$
Fruchtzucker. . .	$C^{12}H^{28}O^{14}$
Phloridzin. . .	$C^{42}H^{58}O^{24}.$

Setzt man das Phloridzin der Einwirkung von Ammoniak und Sauerstoff aus, so wird daraus ebenso wie Orcein aus

Orcin ein schön blauer Körper erhalten, den Staff Phloredzëin nannte.

Wasserfreies Phloridzin . .	$C^{42}H^{46}O^{18}$
Ammoniak	$H^{12}N^{4}$
Sauerstoff	O^{8}
Phloredzëin	$C^{42}H^{58}N^{3}O^{26}$

Das Phloridzin ist daher ein complexer Stoff, der Traubenzucker, enthält, und bildet dessenungeachtet mit Ammoniak und Sauerstoff einen dunkelblauen Stoff, der die Elemente dieses Zuckers enthält.

Wir können hieraus einen Blick in die organischen Gruppen werfen. Daß diese häufig sehr zusammengesetzt sind, ist durch das Phloridzin außer Zweifel gestellt. Wir sehen hieraus ferner, in welcher Weise der Zucker bei der Bildung neuer Stoffe angewandt werden kann. Endlich können wir noch daraus lernen, wie vielfältig die Stoffe zusammengesetzt sein können, die sich als Farbestoffe in den Pflanzen entwickeln.

Es giebt eine Menge bitterer, sogenannter indifferenter Stoffe in den Pflanzen, die stickstofffrei und mit Salicin und Phloridzin in eine Klasse in der organischen Chemie gebracht sind. Sie sind aber noch nicht genug studirt, um sie alle hier aufnehmen zu können, hierher gehören Anemonin, Hesperidin, Monosin, Myrrhoidin, Narcitin, Pariin, Syringin, Lactucin, Smilacin, Stramonin, Tararacin, Rumicin u. s. w. Ich verweise in Betreff dieser auf die chemischen Lehrbücher.

Bernsteinsäure.

$C^{4}H^{4}O^{3}$ kann durch Oxydation von Margarinsäure oder Stearinsäure durch Salpetersäure entstehen *).

Ebenso entsteht sie aus weißem Wachs unter denselben

*) Liebig. Organ. Chemie. S. 543.

Umständen. Das Wachs wird zuerst in ein Oel verwandelt, welches nachher verschwindet, so daß nichts weiter als Bernsteinsäure übrigbleibt *).

Wenn wir die Zusammensetzung des Myricins $C^{20}H^{40}O$ annehmen und den ganzen Kohlenstoff der Bernsteinsäure mit einrechnen, so haben wir $5(C^4H^4O^3) = C^{20}H^{20}O^{15}$, woraus folgt, daß O^{10} erforderlich sind, um H^{20} zu oxydiren und O^{14} und die Menge Sauerstoff zu liefern, die dem Myricin fehlt, um Bernsteinsäure geben zu können.

Die Bernsteinsäure, die in dem Bernstein und den Harzen von noch lebenden Coniferen (nach Unverdorben, Bobat und Lecanu) gefunden wird, kann daher ein Oxydationsproduct von einem wachsartigen oder fettigen Pflanzenstoff sein. Es ist noch mehr Grund, um einiges Gewicht auf die Entstehungsweise der Bernsteinsäure zu legen, weil sie in altem Kümmelöl vorkommt, in welchem sie gewiß als Oxydationsproduct gebildet ist.

Wo man sie in den Pflanzen findet, ist sie stets in den äußeren Theilen, in welche die Luft leicht treten kann, neben Harzen vorhanden, die man als Oxydationsproducte erkennt.

Aetherische Oele.

Aetherische Oele und Harze haben unter einander ein genetisches Band. Die letzteren entstehen aus den ersteren durch den Sauerstoff der Luft. Die meisten ätherischen Oele nehmen ihren Ursprung in den Umsetzungen von Stoffen, die in den Blättern vor sich gehen. In den Mentha- und verwandten Arten wird das Oel in den Blättern bereitet und daselbst aufbewahrt, weil die Pflanzen mit wässeriger Flüssigkeit gefüllt sind. Dieses geschieht dadurch, daß von einem unbekannten Stoffe Sauerstoff abgeschieden wird. In Fenchel- und

*) Bonald's: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 43 S. 356.

Anissamen geht die Bildung der ätherischen Oele gleichfalls in dem Samen vor sich, der also während der Reife Sauerstoff entwickeln muß. In den Rosenblättern und in anderen Blumenblättern geschieht dasselbe, und man kann nicht zweifeln, daß wohlriechende Blumen Sauerstoff von sich geben. Es ist wahr, daß in Lakmus- und einigen anderen Wurzeln ätherisches Oel sich findet, solche Beispiele aber sind weniger allgemein, als die von der Bildung dieser Oele in den Früchten, mit einem Worte, in denjenigen Pflanzentheilen, die Sauerstoff von sich geben. Von den Blättern steigen die ätherischen Oele, im Pflanzensafte vertheilt, durch den Bast nieder und liefern diesem die Oele, welche darin als solche wie Zimmtöl, Terpentinöl oder in oxydirtem Zustande als Harze, Gummiharze, Balsame, Benzoë, Perubalsam, Storax vorkommen.

Die bekanntesten ätherischen Oele sind folgende:

1) Oleum Elemi $C^{10}H^{16}$ Deville,
2) » Citri $C^{10}H^{16}$ Blanchet u. Sell,
3) » Aurantiorum $C^{10}H^{16}$ Völckel,
4) » Balsami Copahubae $C^{10}H^{16}$ Soubeiran u. Capitaine,
5) » Calami $C^{10}H^{16}$ Schnedermann,
6) » Foeniculi $C^{15}H^{24}$ Cahours,
7) » Juniperi $C^{15}H^{24}$ Soubeiran u. Capitaine,
8) » Cubebae $C^{15}H^{24}$ Soubeiran u. Capitaine,
9) » Caryophyllorum $C^{20}H^{32}$
10) » Terebinthinae $C^{20}H^{32}$ Dumas,
11) » Sabinae $C^{20}H^{32}$ (Dumas, Laurent)
12) » Piperis nigri $C^{20}H^{36}$ (Soubeiran u. Capitaine),
13) » Menthae Pulegii $C^{10}H^{16}O$ Kane.
14) Stearoptenon olei Basilici $C^{20}H^{32}+6H^2O$ Dumas u. Peligot,
15) Oleum Roris marini $C^{45}H^{74}O^2=9(C^5H^8)+2H^2O$ Kane,
16) » Bergamotti $3(C^{10}H^{16})+2H^2O$ Ohme,
17) » Caryophyllinum $C^{60}H^{32}O^2$ Dumas,
18) » Valerianae
    - Borneen $C^{10}H^{18}O$ Gerhardt, Valeriasäure ist $C^{10}H^{18}O^2$
    - Valerol $C^{12}H^{22}O^2$ In der Pflanze scheint es aus Borneen+O zu entstehen.
19) » Cajeputi $C^{10}H^{18}O$ Blanchet u. Sell,

20) Oleum Olibani $C^{25}H^{66}O$ Stenhouſe,

21) » Cumini
- Cyminum $C^{20}H^{22}$ Gerhardt
- und
- Cuminol $C^{20}H^{24}O^2$ Cahours

wird nach de Laſande durch Deſtillation von Camphor mit waſſerfreier Phosphorſäure mit denſelben Eigenſchaften erhalten.

22) Tolén (der flüchtige Stoff aus Tolubalſam) $C^{34}H^{32}$ Deville,

23) Stearoptenon olei Rosacum CH^2 Blanchet u. Sell,

24) » olei Menthae pip. $C^{20}H^{40}O^2$ Walther,

25) Oleum Rutae graveolentis $C^{12}H^{36}O^3$ Will,

26) Stearoptenon olei Majoranae $C^{14}H^{20}O^5$ Mulder,

27) » olei Moschatae $C^{12}H^{32}O^5$ Mulder,

28) Oleum Cinnamomi $C^{20}H^{22}O^2$ Mulder,

29) » Anisi concret. $C^{20}H^{24}O^2$ Dumas u. Cahours, Blanchet u. Sell, auch im Sternanis u. Fenchel.

30) » Spiraeae $C^{14}H^{10}O^2+H^2O$ Piria,

31) Cinnameinum (in Peru- und Tolubalſam) $C^{14}H^{14}O^2$ Fremy,

32) Heleninum $C^{15}H^{20}O^2$ Gerhardt,

33) Oleum seminum Cynae (zwei ungleich flüchtige Oele) $C^{10}H^{22}O^2$ Völckel,

34) Cubebinum $C^{17}H^{16}O^5$ Soubeiran u. Capitaine

35) Oleum Salviae

bei 130° Deſtill. $C^{12}H^{10}O$ Roehleder,

bei 130°—140° $C^{12}H^{20}O^2$

bei 150° $C^{12}H^{20}O$

$= 2(C^5H^5O)$

$3(C^5H^{10}O^2)$

$2(C^6H^{12}O)$

36) Anemoninum $C^{15}H^{12}O^6$ Fehling,

37) Oleum Origani vulgaris $C^{20}H^{20}O$ Kane,

38) Cumarinum (Stearopten aus Tonkabohnen) $C^{18}H^{14}O^4$ de Lalande *),

39) Oleum Artemisiae $C^{22}H^{42}O^3$ Laurent,

*) Unterſcheidet ſich durch O von Zimmtſäure $C^{18}H^{14}O^3$. Behandelt man Cumacin mit Kali, ſo wird H^2 ausgetrieben und es entſteht Cumarinſäure $C^{18}H^{14}O^5$.

40) » Cedrae (feſtes) $C^{32}H^{32}O^{2}$ Walther,
» » (flüſſiges) $C^{32}H^{40}$
41) Stearoptenon olei Bergamotti $C^{3}H^{2}O$ Mulder, Ohme.

So wenig wir auch von den ätheriſchen Oelen wiſſen, ſo iſt es doch erlaubt, das Folgende feſtzuſtellen:
Man findet die Kohlenwaſſerſtoffe C H z. B. in Nr. 31.

$C^{3}H^{2}$ . . . . 41.
$C^{5}H^{8}$ . . . . 1—19.
C H^{2} . . . . 23. a.

Manche derſelben ſind überhaupt ſauerſtofffrei Nr. 1—12. Andere ſind Oxyde und Hydrate davon, Nr. 13, 14, 15 oder Oxydhydrate Nr. 30. Diejenigen, welche von einer ſo einfachen Zuſammenſetzung abweichen, können Gemenge ſein, es iſt nämlich ſehr ſchwierig, dieſe rein darzuſtellen. Ob die genannten Kohlenwaſſerſtoffe den Namen von Radicalen verdienen, kann man nicht bezweifeln, da ſie als ſolche Verbindungen mit anderen Stoffen eingehen, ſo z. B. mit Salzſäure. Es ſind aber Radicale von geringer Beſtändigkeit, in der Art, daß ein Theil von dem Waſſerſtoff leicht gegen Sauerſtoff austritt und der übrige Waſſerſtoff zurückbleibt, wir haben davon ein Beiſpiel in der Bildung der Terpentinharze:

$C^{40}H^{60}O^{4}$ die aus
8. $C^{5}H^{8} = C^{40}H^{64}$
entſtanden ſind.

Aus dieſem Grunde werden die ätheriſchen Oele auch leicht in den Pflanzen durch den Einfluß der Luft umgeſetzt und iſt es ſo ſchwierig, ſie in dem Zuſtande, in welchem ſie urſprünglich gebildet wurden, zu erhalten.

Die Stoffe, aus welchen die ätheriſchen Oele in den Pflanzen gebildet werden, ſind ohne Zweifel ſolche, die zu den allgemeinen Beſtandtheilen der Pflanzen gehören, denn wir finden ſie überall.

Da nun die Entſtehung von Fetten aus Amylum als bewieſen angeſehen werden mag und ätheriſche Oele ſich inſo-

fern an die Fette anschließen, als sie sauerstoffarme Körper sind und deshalb zu ihrer Entstehung ähnliche Umstände erfordern wie diese, so können wir die folgende Betrachtung über ihre Entstehung daran anknüpfen, daß sie nämlich aus einer der auflöslichen Verbindungen von $C^{12}H^{18}O^{9} \pm H^{2}O$ durch den allgemeinen desorydirenden Einfluß, der in den Pflanzen herrscht, gebildet werden. Weiter können wir bis jetzt nicht gehen.

Mit dieser Vorstellung schließen wir zugleich ferner aus, daß die Verschiedenheit in abscheidenden Organen ebenso groß sein müsse, als die ätherischen Oele selbst verschieden sind, wir führen im Gegentheile diese Verschiedenheiten alle auf kleinere Modificationen der Umstände zurück, unter die ein und derselbe Zelleninhalt treten kann, so wie ein sich zersetzender Stoff bei geringen Temperaturverschiedenheiten ganz und gar andere Verbindungen giebt. Der Eindruck, den die Elemente unter fortdauerndem Sauerstoffverlust aufnehmen, bestimmt ebenso die Art der gebildeten Verbindungen von C und H mit oder ohne O, als die Temperatur, der man ein Holz aussetzt, auf die Entstehung von Essigsäure und verschiedenen gebildeten gasförmigen und tropfbar flüssigen Kohlenwasserstoffen einen bestimmten Einfluß ausübt, oder auch nicht anders entstehen läßt, als CO, CO^{2}, $H^{2}O$, $N^{2}H^{6}$ und C.

Welch eine bedeutende Quelle von Sauerstoffentwicklung die Bildung der ätherischen Oele in den Pflanzen ist, braucht kaum noch angedeutet zu werden. Insofern sie ein directes oder indirectes Product von $C^{12}H^{18}O^{9} \pm H^{2}O$ sind, so ist zwar allerdings zur Entstehung von manchen neuen Stoffen fernere Gelegenheit gegeben, allein es muß dabei stets eine große Menge Sauerstoff ausgetrieben werden. Es giebt namentlich außer den kleinen Mengen Säuren, die in den Pflanzen spärlich gefunden werden (die der Früchte ausgenommen), keine und gewiß keine allgemein in den Pflanzen verbreiteten

Stoffe, die ſo viel Sauerſtoff enthalten, wie die Gruppe $C^{12}H^{18}O^9 + H^2O$.

Entſteht nun daraus C^5H^8, ſo bleiben $C^7H^{10}O^9$ übrig, d. h. eine Gruppe, in welcher beinahe ſo viel Sauerſtoff wie in der Weinſäure $C^8H^8O^{10}$ enthalten iſt, die aber die größte Menge Sauerſtoff von allen bekannten Pflanzenſtoffen, wenn man die Oxalſäure ausnimmt, einſchließt. Was nun eben den Punkt anbetrifft, wozu die C^5H^8 übrigbleibende Gruppe $C^7H^{10}O^9$ wird und was daraus ferner bereitet wird, ſo muß jedenfalls Sauerſtoff frei werden, weil Alles, was daraus dargeſtellt wird, weniger Sauerſtoff enthält.

Gehen wir indeſſen auf die Beobachtungen zurück, ſo vermiſſen wir die Nebenſtoffe bei der Bildung der ätheriſchen Oele. In Tannenholz z. B. finden wir kein Nebenproduct, noch weniger ein ſolches, welches an Menge mit dem gebildeten Terpentinöl gleichen Schritt hält — das Harz iſt ein Oxydationsproduct aus dem Terpentinöl. — Wir ſchließen daher mit Recht, daß, welche Stoffe auch durch Desoxydation zur Bildung von ätheriſchen Oelen den Impuls geben, dieſe darin faſt gänzlich zerſetzt werden müſſen und daß, inſofern das Oel eines von denjenigen iſt, die zur Klaſſe C^5H^8 gehören, von $5(C^{12}H^{18}O^9) = C^{60}H^{90}O^{45} + 3\,H^2O = C^{60}H^{96}O^{48}$ abgeleitet werden muß: $12.C^5H^8 = C^{60}H^{96}$, ſo daß 48 Aeq. Sauerſtoff frei werden müſſen.

Sehr viele ätheriſche Oele ſind Gemenge von zwei verſchiedenen, wovon eins gewöhnlich eine größere Neigung ſich mit Sauerſtoff zu verbinden — und bisweilen Stearoptene zu bilden — hat, als das andere. In einem ſolchen Falle ſcheint ein Gemenge von zwei Stoffen und nicht ein einzelner zur Entſtehung der Oele die Veranlaſſung gegeben zu haben.

Was die ſtickſtoffhaltenden anbetrifft, ſo ſind dieſe aus mindeſtens zwei der Desoxydation ausgeſetzt geweſenen Stoffen zu-

sammengesetzt, welcher Stoff aber den Stickstoff geliefert haben mag, ist nicht mit einigem Grunde anzugeben. Als solche scheinen sie nicht in den Pflanzen vorzukommen.

Endlich kann der Kautschouk nach Faraday's Analysen als aus C^5H^9 zusammengesetzt, insofern den ätherischen Oelen eingereiht werden, als er damit eine analoge Gruppe darstellt. Es ist bekannt, daß der Kautschouk sehr allgemein in den milchsaftführenden Pflanzen vorkommt.

Fette.

Man kann mit vollkommener Sicherheit annehmen, daß viele Fette im Pflanzenreiche aus Amylum entstehen, welches sich unter desoxydirenden Einflüssen befindet. Wo es angehäuft ist oder von diesem Einflusse frei ist, wird es nur theilweise oder gar nicht in Fett umgesetzt (S. 280). Von allen kann die Entstehung aus Amylum nicht behauptet werden, weil dieses sich noch auf keine Thatsachen stützt.

Ueber die Entstehung der Pflanzenfette und deren Beziehung zu einander haben wir (S. 251) zur Genüge geredet. Ich verweise also dahin und erinnere hier nur in Verbindung mit dem, was über die ätherischen Oele gesagt ist, daß bei weitem der größere Theil der Fette CH^2 als Radical zu haben scheint, und daß sie also mit dem Stearopten des Muskatöls $C^{16}H^{32}O^5$, mit dem des Rautenöls $C^{28}H^{56}O^3$ insofern vergleichbar sind. So ist z. B. die Muskatsäure $C^{28}H^{56}O^3 + H^2O$.

Die Pflanzenfette sind von den ätherischen Oelen gewiß verschieden, sowohl in ihrer chemischen Natur als in ihren Eigenschaften, beide aber stehen dessenungeachtet in inniger genetischer Verbindung, insofern sie aus der allgemein verbreiteten Gruppe $C^{12}H^{18}O^9$ wenn auch nicht gerade aus demselben Gliede dieser Gruppe zu entstehen scheinen.

Harze.

Die Harze sind, wie ich schon mehrmals angegeben habe, Oxydationsproducte der ätherischen Oele. Ihre Entstehungsweise lehrt uns dieses auf das Deutlichste. Aus ganz von Harz befreitem Terpentinöl stellt man nämlich dieselben Harze dar, die Tannenholz gewinnen kann. Sehr viele oxydirende Einflüsse lassen aus ätherischen Oelen Harze entstehen. Die natürlichen Balsame, die aus Harzen und Oelen bestehen, werden mit der Zeit ganz und gar in Harze verwandelt.

Die Kenntniß der Balsame und Harze ist für die Kenntniß der ätherischen Oele sehr wichtig. Der Perubalsam, der Storax u. s. w. die in der Pflanze aus einem Oele durch den Zutritt der Luft entstanden sind, lehren uns, wie zusammengesetzt das Gemenge gewesen sein muß, welches zur Entstehung von so vielfach verschiedenen Körpern die Veranlassung gegeben hat, Körper, die durch dieselben Einflüsse aus den Oelen entstanden sind und daher nicht aus einem und demselben Grundstoffe abstammen können. Ebenso lehren uns das Lackharz, Guajacharz, Copalharz u. s. w. a. die complexe Art der Oele kennen, die diese zusammengesetzten Gemenge haben entstehen lassen.

Daß die Harze aus ätherischen Oelen entstanden sind, die ein sehr großes Vermögen, Sauerstoff aufzunehmen, haben und darin von vielen anderen Oelen verschieden sind, braucht nicht angemerkt zu werden; daß ein Theil des Wasserstoffes nur durch den Sauerstoff ersetzt wird, ist ebenfalls schon früher gesagt.

Aus diesen letzteren Gründen ist es nicht schwierig, ein Urtheil über die Zusammensetzung der Oele, die zur Entstehung gewisser Harze die Ursache gaben, zu fällen. Nach dem Beispiele der Benzoëharze muß ich bemerken, daß die Substitution von H^2 durch O in einigen eine ansehnliche Höhe erreichen kann.

β Benzoëharz $= C^{40}H^{46}O^9 = C^{40}(H^{64}-H^{13})O^9$.

Hiernach iſt von 8. C^5H^8 durch O^9 ſubſtituirt: H^{18} *).

γ Benzoëharz $= C^{30}H^{40}O^5 = C^{30}(H^{48}-H^8)O^4 + O$.

Es iſt hierin von 6. $C^5H^8 + O$ durch O^4 ſubſtituirt: H^8.

α Benzoëharz iſt eine Verbindung von dieſen beiden Harzen $= C^{40}H^{46}O^9 + C^{30}H^{40}O^5 = C^{70}H^{86}O^{14}$.

Das elektronegative Harz von Copaivabalſam, welches nach Fehling $C^{40}H^{54}O^5 + H^2O$ iſt, ſchließt ſich wiederum hieran, denn $C^{40}(H^{64}-H^{10})O^5$ iſt 8. $C^5H^8 + O^5$, worin durch O^5 ſubſtituirt iſt: H^{10}.

Die α, γ und ε Harze aus Copaivabalſam ſind nach Filhol Orybe von 8. dem Radical C^5H^8, worin nur H^2 durch O ſubſtituirt iſt:

$$\left.\begin{matrix}\alpha\\ \beta\end{matrix}\right\} C^{40}H^{62}O^3,$$

$$\gamma\ C^{40}H^{62}O^3,$$

$$\varepsilon\ C^{40}H^{62}O^2.$$

Ebenſo iſt das kryſtalliſirbare Harz aus Copaivabalſam nach Roſe:

$$C^{45}H^{70}O^4 = 9.C^5H^8 = C^{45}(H^{72}-H^2)O^4.$$

Die Sylvinſäure (aus Terpentin nach Trommsdorff), die Pininſäure (aus Terpentin nach H. Roſe), das Colophan (aus Colophonium nach Blanchet und Sell) und ein Harz aus Copahiva (H. Roſe) ſind:

$$C^{40}H^{60}O^4 = C^{40}(H^{64}-H^4)O^4.$$

worin wiederum H^4 durch O^2 ſubſtituirt ſind. Die anderen O^2 als orydirender Sauerſtoff betrachtet werden müſſen.

Das Betulin iſt nach Heſſ:

$$C^{20}H^{34}O^4 = 4.C^5H^8 + O^3 + H^2O.$$

Das Elemiharz nach H. Roſe:

$$C^{20}H^{32}O^2 = 4.C^5H^8 + O^2.$$

Unter den Harzen, die ſich aus dieſen einfachen Formeln

*) Ich habe die Formel von van der Vliet (Bullet. 1839 p. 213) um H^2 vermindert, was mit den Reſultaten der Analyſen übereinſtimmt.

nicht ableiten laſſen, gehören das kryſtalliſirte Euphorbiumharz:

$$C^{14}H^{24}O \text{ (H. Roſe)} = C^{15}H^{24}O^{2}.$$

Das Harz aus Tolubalſam: $C^{18}H^{20}O^{5}$ (Deville), in welchem Deville außer Cinnamein noch Benzoëſäure, Zimmtſäure und ein Oel: $C^{24}H^{36}$ fand. Berechnet man das Harz auf $C^{24}H^{36}O^{7}$, was die Analyſen ausdrücken, ſo erhält man $C^{24}(H^{36}-H^{10})O^{7}$ oder $12.C^{2}H^{3}$, worin H^{10} durch O^{5} ſubſtituirt ſind, und das Harz enthält ſomit O^{2} als ſäuernden und O^{5} als H^{10} erſetzenden Sauerſtoff.

Die iſolirten Harzgruppen, die in einigen iſolirten Zellen vorkommen, kennt man ihrer Art nach noch nicht. Es iſt wahrſcheinlich, daß auch dieſe aus ätheriſchen Oelen, unter dem Einfluſſe des von angrenzenden Theilen herbeigeführten Sauerſtoffs entſtehen. Auf ſolche Weiſe kann auch das Aloëharz, welches in verlängerte Zellen eingeſchloſſen iſt, durch den im Inneren der Pflanze entwickelten Sauerſtoff aus einem ätheriſchen Oele entſtanden ſein, und es brauchen die Harze nicht gerade immer den Sauerſtoff der Luft, um aus ätheriſchen Oelen zu entſtehen.

Pflanzenalkalien.

Dieſe Klaſſe von Körpern iſt noch wenig bekannt, wiewohl wir in Betreff der procentiſchen Zuſammenſetzung dieſer Körper gut unterrichtet ſind. Die eigentliche Conſtitution derſelben iſt aber noch nicht erforſcht. Man glaubte, weil die Sättigungsfähigkeit derſelben ſich nicht nach den Sauerſtoff-Aequivalenten, ſondern nach denen des Stickſtoffs richtet, daß ſie Verbindungen einer ſauerſtofffreien Gruppe mit Ammoniak wären. Es ſtimmen damit auch die Platinchloridverbindungen überein, die ſie alle bilden.

Einige dieſer Alkalien ſind ohne Zweifel ſo zuſammengeſetzt, daß ſie als verſchiedene Oxyde von demſelben Radical

betrachtet werden können. Nehmen wir z. B. den Stickſtoff als Ammoniak aus den Formeln heraus, ſo ſtehen Cinchonin und Chinin in einer ſehr einfachen Beziehung zu einander:

Cinchonin $C^{20}H^{24}N^2O = C^{20}H^{18}O + N^2H^6$

Chinin . . $C^{20}H^{24}N^2O^2 = C^{20}N^{18}O^2 + N^2H^6$

und bringen wir H^2O in Rechnung, da es gewöhnlich in Ammoniakverbindungen angetroffen wird, ſo enthält

Cinchonin . $C^{20}H^{16}$

Chinin . . $C^{20}H^{16}O$.

Ein anderes Verhältniß findet auch zwiſchen Morphin und Codein Statt:

Codein . $C^{35}H^{40}N^2O^5 = C^{43}H^{34}O^5 + N^2H^6$

Morphin. $C^{35}H^{32}O^5 = C^{35}H^{34}O^6 + N^2H^6$.

Subſtituirt man auch hiervon H^2O, ſo erhält man:

Codein . $C^{35}H^{32}O^4$

Morphin. $C^{35}H^{32}O^5$.

Es beſteht daher unter dieſen Pflanzenalkalien dieſelbe einfache Verbindung wie zwiſchen bi — tri und Dryprotein und Protein.

Es iſt damit aber die Natur dieſer Körper bei weitem noch nicht an's Licht gebracht.

Wir wollen indeſſen zunächſt einige nach dieſer Vorſtellungsweiſe zergliedern:

Strychnin . $C^{44}H^{48}N^4O^4 = C^{44}H^{32}O^2 + 2(N^2H^6 + H^2O)$.

Brucin . . $C^{44}H^{50}M^4O^7 = C^{44}H^{34}O^5 + 2(NH^6 + H^2O)$.

Narkotin. . $C^{40}H^{40}N^2O^{12} = C^{40}H^{32}O^{11} + N^2H^6 + H^2O$.

Piperin (Will, Varrentrapp und Regnault.)

$C^{34}H^{38}N^2O^6 = C^{34}H^{30}O^5 + N^2H^6 + H^2O$.

Jervin . . $C^{60}H^{90}N^4O^5 = C^{60}H^{74}O^3 + 2(N^2H^6 + H^2O)$.

Berberin . $C^{42}H^{52}N^2O^{16} = C^{42}H^{44}O^{15} + N^2H^6 + H^2O$.

Chinovatin (Manzini.)

$C^{46}H^{54}N^4O^8 = C^{46}H^{36}O^6 + 2(N^2H^6 + H^2O)$.

Harmalin (Varrentrapp und Will.)

$C^{24}H^{26}N^4O = C^{24}H^{12} + N^4H^{12} + H^2O$.

Aus dieſer Aufzählung folgt, daß der ſtickſtofffreie Körper vom Strychnin $C^{44}H^{32}O^2$ und vom Brucin $C^{44}H^{34}O^5$, wenn er wirklich darin vorkommt, ausgedrückt werden kann durch $C^{44}H^{32}O^2$ und $C^{44}H^{32}O^3 + O^2 + H^2O$, ſo daß dieſe in einer ebenſo nahen Beziehung zu ſtehen ſcheinen, wie Codein und Morphin, wie Cinchonin und Chinin.

Narkotin zeigt wiederum daſſelbe einfache Verhalten nämlich:

$C^{40}H^{32}O^4$.

Vergleicht man damit das Doppelte des Stoffes von Chinin und Cinchonin, ſo hat man;

Cinchonin $C^{40}H^{32}$

Chinin . $C^{40}H^{32}O^2$

Narkotin. $C^{40}H^{32}O^{11}$.

Ueber die anderen kann man für jetzt nichts weiter ſagen.

Indem ich die Pflanzenalkalien auf ſtickſtofffreie Stoffe zurückgeführt und den Stickſtoff im Ammoniak aufgenommen habe, muß ich ausdrücklich bemerken, daß ich damit allein eine leichte Ueberſicht über die Beziehung ihrer Elemente bezweckte.

Wir haben einen Verſuch von Liebig, der ſelbſt gegen die Anweſenheit von Ammoniak in denſelben ſpricht. Nach Liebig geben Pflanzenalkalien mit Salpeterſäure zerſetzt kein ſalpeterſaures Ammoniak, was ſie, wenn ſie Ammoniak enthielten, geben müßten. Er meinte, daß ſie vielleicht Amidverbindungen ſein könnten, dagegen aber ſpricht wiederum der Umſtand, daß ſie mit Kali kein Ammoniak geben.

Redtenbacher und Wertheim haben eine ausführliche Unterſuchung hierüber unternommen. Als vorläufiges Reſultat der Zuſammenſetzung des Piperins theilen ſie mit (Ann. d. Chem. u. Phyſ. Mai 1845 S. 254), daß Piperin als eine ſchwache Verbindung von einer ſtickſtoffhaltigen Säure mit Anilin anzuſehen ſei, Narkotin dagegen ſoll eine loſe Verbindung einer ſtickſtofffreien Säure mit einer eigenthümlichen Baſis ſein. Das Starkgenin von Blyth iſt der hiermit am meiſten übereinſtimmende baſiſche Körper. Schieben wir da-

her unser Urtheil über die Constitution der Pflanzenbasen bis dahin auf, wo genauere Untersuchungen einige weitere Gründe liefern, auf die man eine Vorstellung ihrer Natur bauen kann.

Daß diese Pflanzenalkalien ihren Stickstoff aus zersetztem Protein in den Pflanzen bekommen, ist früher schon angegeben. Enthalten sie nun kein Ammoniak, so können sie sehr wohl aus einem stickstofffreien Körper und Ammoniak entstanden sein, ebenso wie Orcein und Phloridzin.

Es giebt einige wenige flüchtige Alkalien, die sauerstoffrei sind.

Nikotin (Ortigosa) $C^{10}H^{16}N^2$

Conicin (Ortigosa) $C^{16}H^{32}N^2$

Die Wissenschaft fängt erst an, diese Pflanzenalkalien zu ergründen, und mit Grund mögen wir daher von der Zukunft weiteres Licht darüber erwarten.

Wenn schon sie keine Alkalien sind, so meine ich doch, daß die folgenden Körper am besten hier zu nennen sind:

Amygdalin $C^{40}H^{54}N^2O^{22}$.

Unter dem Einflusse eines Alkali's verliert dieses N^2H^6 und nimmt H^4O^2 auf, um Amygdalinsäure

$C^{40}H^{52}O^{24}$

zu werden. Diese ist daher eine Ammoniakverbindung. Durch Synaptase wird sie in Blausäure, Bittermandelöl, Zucker ꝛc. zerlegt und ist daher keinenfalls mit Pflanzenalkalien zusammenzuwerfen. Wahrscheinlich aber entsteht es unter ähnlichen Umständen, wie jene.

Coffein, Thein, Gauranin $C^8H^{10}N^4O^2$ können ebenso wenig wie das Theobromin

$C^9H^{10}N^6O^2$

als eine Ammoniakverbindung angesehen werden.

Das Asparagin $C^8H^{16}N^4O^6$ enthält gewiß Ammoniak, da es durch Alkali in Asparaginsäure:

$C^8H^{10}N^2O^6$,

also unter Ammoniakverlust verwandelt wird.

Die Hälfte des Ammoniaks ist dann in einer anderen Art und Weise darin vorhanden.

Farbestoffe.

Es ist ein offenbares Kennzeichen der Lücken, die noch in der gegenwärtigen Wissenschaft bestehen, daß man eine Reihe von Körpern nach einer Eigenschaft, der Farbe, die sie besitzen oder annehmen können, benennt. Es würde ebenso verkehrt sein, wenn man den chromsauren Salzen ihrer Färbung wegen einen eigenen Platz in der Chemie geben wollte.

Die Farbestoffe kennt man noch sehr unvollkommen. Sehr viele haben in den Pflanzen keine Farbe, erhalten sie aber unter dem Einflusse der Alkalien und dem Sauerstoffe der Luft. Ammoniak verbindet sich bisweilen damit und bildet dann violette oder blaue Stoffe, die kein Ammoniak mehr, sondern die Elemente davon enthalten; Kali und Natron veranlassen weitere Sauerstoffaufnahme und bedingen eine Färbung:

Hämatoxylin $C^{40}H^{34}O^{15}$ (Erdmann.) wird durch Aufnahme von Sauerstoff roth.

Brazelin $C^{36}H^{28}O^{12}$ (Preiffer.) wird roth unter Sauerstaffaufnahme bei Gegenwart von Kali und verwandelt in:

Brazelëin $C^{36}H^{28}O^{14}$ (Preiffer.) roth

Carthamin $C^{26}H^{18}O^{5}$ (Preiffer.) wird bei Gegenwart von Kali unter Sauerstoffaufnahme roth und verwandelt in:

Carthamëin $C^{26}H^{18}O^{7}$ (Preiffer.) roth.

Santalin ist in farblosem Zustande unbekannt.

Santalëin $C^{16}H^{16}O^{32}$ (Pelletier.) roth, kann durch H^2S in farbloses Santalin verwandelt werden.

Quercitrin $C^{32}H^{30}O^{14}$ (Preiffer.) wird unter Sauerstoffaufnahme an der Luft gelb und bildet:

Quercitrëin $H^{32}H^{30}O^{18}$ gelb *)
(Preiſſer.)
Spiräin $C^{15}H^{16}O^{7}$ gelb.
(Löwig und Weidmann.)

Dieſe und andere ſind ſtickſtofffrei. Sie können ſich in allen Pflanzentheilen entwickeln, urſprünglich ſind ſie in den Pflanzen ungefärbt, werden aber unter Sauerſtoffaufnahme gefärbt. Dieſe Veränderung iſt durch eine einfache Oxydation beſtimmt.

Unter denjenigen, die unter dem Einfluſſe von Sauerſtoff und Ammoniak Farbe annehmen, ſelbſt aber ungefärbt ſind, gehören:

Lecancrin (Schunk) $C^{18}H^{16}O^{9}$,

ein Stoff, der mit Baryt gekocht, 2 Aeq. Kohlenſäure verliert, und Orcin: $C^{16}H^{16}O^{4}$ bildet, welches ſeinerſeits unter Sauerſtoffaufnahme und durch Ammoniak in einen ſchönen blauen Farbeſtoff, das Orcein, verwandelt wird **). Dieſe Veränderung iſt mit derjenigen gleichartig, die das Phloridzin erleidet, wenn es in Phloridzein verwandelt wird, und wodurch künſtlich Farbeſtoffe dargeſtellt werden, die ohne Zweifel in einigen Blumen vorkommen.

Endlich verdient noch der farbloſe Indig $C^{16}H^{10}N^{2}O$ genannt zu werden, der durch Sauerſtoffaufnahme in den blauen Indig verändert wird: $C^{16}H^{10}N^{2}O^{2} + H^{2}O$, ſobald er nur der Luft ausgeſetzt wurde.

Aus dieſer kurzen Aufzählung dieſer Stoffe kann man ableiten, daß die Farbeſtoffe der Pflanzen Oxydationsproducte von farbloſen Stoffen ſind, daß dieſe daher Sauerſtoff nöthig haben um Farbe zu bekommen; daß der Sauerſtoff aus der Atmoſphäre aufgenommen wird, und daß daher dünne Gegenſtände, wie die Blumenblätter, in dem Maße leicht eine Farbe

*) Ballen hat hierfür gefunden $C^{16}H^{16}O^{8}$.
**) Man ſehe Erythrolin $C^{32}H^{32}O^{6}$ und Roccellin: Kane in den Ann. der Chem. u. Phyſ. 3 Sèr. T. 2 p. 1.

annehmen können, sobald sie nur einen solchen Stoff enthalten, und mehr oder weniger dünn sind.

Ueber den Ursprung aller dieser Stoffe kann man nichts mit einiger Wahrscheinlichkeit beibringen *). Die meisten derselben sind bis jetzt ganz und gar nicht bekannt, andere nicht mit den Sorgfalt analysirt, daß man ihnen ohne Weiteres Vertrauen schenken kann. Das Streben der Wissenschaft war in der letzten Jahren vielmehr darauf gerichtet, die organischen Stoffe verschiedenen Einflüssen auszusetzen und daraus abgeleitete Körper darzustellen, als nachzuspüren, was für Verbindungen im Pflanzenreiche zu Hause sind. Nichts desto weniger ist die Kenntniß dieser Stoffe, die durch Umsetzungen des Pflanzenzelleninhaltes zu Stande kommen, von größter Bedeutung, nach meinem Urtheile von größerer, als die Kenntniß vom Naphthalin und dem, was man daraus Alles ableiten kann. Bei einem so ungemein großen Umfange, wie dem der Chemie, lasse man sich niemals durch Nützlichkeitsstreben leiten, muß man aber eine Auswahl treffen, so wähle man vor allen anderen diejenigen Dinge, die uns die Natur in ihrer Thätigkeit besser erkennen lehren. Die Natur geht über die Kunst.

Dieser Theil der Wissenschaft aber ist noch weit davon entfernt, ein gewisses Ganzes zu bilden. Die Pflanzenphysiologie, muß der Chemie hierin die Hand bieten und die Forderungen, die sie an die Chemie macht, feststellen, die Chemie aber muß die im Pflanzenreiche vorkommenden Stoffe solchen Einflüssen unterwerfen, daß so viel als möglich diese mit den in den Pflanzen vor sich gehenden übereinstimmen.

Die Entdeckung von Piria, die Spaltung des Salicins betreffend, kann hier als Vorbild gelten, sie ist die schönste Entdeckung, die bis jetzt im Gebiete der Phytochemie gemacht werden konnte.

*) Meyen (Phys. II. p. 428) hat viel beachtungswerthe Thatsachen über Farbestoffe angegeben.

X. Nahrungsmittel und Ernährung der Thiere.

Alles, was den Umfang eines organiſchen Körpers vergrößern oder ihm Dauer und Stärke geben kann, nennt man Nahrung, die Verrichtung, durch welche dieſem entſprochen wird, Ernährung. Von ſeinem Urſprung an bedarf der organiſche Körper Stoffe, um ſich auszubreiten, nach ſeiner vollkommenen Entwickelung Stoffe, um ſich in dem Zuſtande, in den er gekommen iſt, zu erhalten, nicht bloß in ſo weit es das Gewicht der verſchiedenen Beſtandtheile oder der organiſchen Gruppen, aus denen das organiſche Ganze beſteht, betrifft, ſondern auch, um die Thätigkeit, die davon unzertrennlich iſt, ununterbrochen fortdauern zu laſſen.

Keine unrichtigere Vorſtellung, als die Ernährung ausſchließlich eine Herſtellung des Verlorenen zu nennen, und darin ihre ganze Bezeichnung zu ſuchen. Es iſt wahr, ein entwickeltes Individuum verliert wohl Stoffe, und dieſer Verluſt muß wieder erſetzt werden; aber dieſes Verlieren und Erſetztwerden ſind bloß Mittel zur Ernährung; die Verrichtung ſelbſt hat weder mit Herſtellen noch mit Verlieren etwas gemein; ſie beſteht allein in der Unterhaltung einer unaufhaltſamen chemiſchen Veränderung der Beſtandtheile des Organismus, und da die Unterhaltung dieſes Stoffwechſels zuweilen mit wenig Stoffverluſt, mit wenig neu

zugeführter Materie viel beſſer zu Stande kommt, als mit großen von außen neu hinzugeführten Maſſen, ſo wird uns dadurch zugleich angedeutet, daß der dem Organismus zugeführte Nahrungsſtoff nicht bloß nach dem Gewicht in Betracht gezogen werden darf.

Wenn die Regel wahr iſt, daß derjenige Körper am beſten ernährt wird, deſſen Verrichtungen am regelmäßigſten unterhalten werden, ſo zerfällt die Bezeichnung der Ernährung als Erſatz des Verlorenen in ſich ſelbſt und es tritt dafür eine andere an die Stelle, die uns auf etwas anderes, als auf die Mengen von aus- und eingetretenen Stoffen hinweiſt.

Es könnte bei einer oberflächlichen Betrachtung ſcheinen, daß die Lebensthätigkeit mit allem was dazu gehört, die Unterhaltung aller Verrichtungen alſo, Athemholen, Thätigkeit der Muskeln, entwickelte Wärme ꝛc. in einer beſtimmten Beziehung ſtehen müſſe zum Stoffverbrauch; aber dem, der mit der Naturwiſſenſchaft unſerer Tage nicht unbekannt iſt, ſcheint dies nicht ſo. Man hat eine beſtimmte Beziehung gefunden zwiſchen Kräften verſchiedener Art: eine gewiſſe Menge mechaniſcher Kraft weckt ein Aequivalent elektriſche, dieſe ein Aequivalent chemiſche Kraft, dieſe ein Aequivalent Wärme. Die Verrichtungen des lebenden Organismus dürften hiervon keine Ausnahme machen; im Gegentheil würden wir, wenn wir einen Maaßſtab dafür beſäßen, aller Wahrſcheinlichkeit nach ſehen, daß ein Aequivalent derſelben durch ein Aequivalent chemiſcher Kraft von den Nahrungsſtoffen, deren Umſetzung in dem Körper geſchieht, hervorgebracht wird.

Uns fehlt indeß ein Maaß für alle Lebensthätigkeit und ein Maaß für den Wechſel der Stoffe in dem Organismus. Jede Vergleichung iſt deshalb unmöglich. Aber was uns nicht fehlt, iſt die helle Ueberzeugung, daß chemiſche Kraftentwickelung mit Stoffverbrauch nicht gleichen Schritt hält. Die Gruppen, welche wir als Nahrungsſtoffe be-

nutzen, bestehen aus mit einander verbundenen Grundstoffen, welche bei ihrer Umsetzung immer neue Kräfte in dem Organismus wecken und verbrauchen können. Wer kann ihnen auf ihrem Wege folgen, viel mehr noch, wer kann die Art oder gar das Maaß der Kräfte, die dabei geweckt oder verbraucht werden, bestimmen?

Es sind also nicht die Kräfte, welche beim Verbrennen einer gewissen Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff frei werden, mit denen wir es in der Thier-Physiologie zu thun haben; es sind selbst nicht die Kräfte, die beim Verbrennen einer gewissen Menge Stärke-Kohlenstoff oder Stärke-Wasserstoff geweckt werden, aber es ist eine ganze Reihe von Metamorphosen mit allen ihren Folgen, die wir von dem Amylum zu wissen nöthig haben. Die Chemie ist nicht reif genug, um der Physiologie zu liefern, was sie nöthig hat, und man überrede sich daher nicht, daß in gewissen Resultaten, die man aus ausgeathmeter Kohlensäure und anderen ähnlichen Thatsachen abgeleitet hat, einiger Maaßstab für Lebensthätigkeit gelegen ist. Es ist die Verwechselung von *Stoffverbrauch* und *chemischer Kraftentwickelung*, die hier zu Grunde liegt und welche zum großen Nachtheil der Wissenschaft immer mehr eingeführt wird. Ein Gran Opium, einige wenige Grane Campher vermehren die thierische Wärme beträchtlich, lassen in einer gewissen Zeit weit mehr Wärme durch die Haut nach außen strahlen; ein paar Grane Digitalis bewirken das Gegentheil, ebenso einige Löffel Essig. Wie kann man behaupten, daß im ersteren Fall mehr, im letzteren weniger Stoff verbraucht ist? Es hat im ersteren Fall gewiß *ein anderer Stoffwechsel* stattgefunden, ein *anderer Stoffverbrauch*, aber einen *größeren Stoffverbrauch* hier anzunehmen, dafür spricht keine einzige Wahrnehmung.

Wer es behauptet, der lehre uns dann, warum ein Gran arsenige Säure den Organismus wie in lichterlohe

Flamme ſetzt, ihn überall Erſcheinungen einer erhöhten Thätigkeit zeigen läßt; er gebe uns eine Erklärung von der brennenden Hitze der Hände und des Kopfes bei Schwindſüchtigen, von der Hitze derer, die an einem continuirlichen Fieber leiden, die tagelang anhält, ohne daß Nahrung genoſſen wird, und wo die Abmagerung nach dem Ende der Krankheit doch nicht größer iſt, wie ſie bei einem Geſunden ſein würde, welcher die gleiche Zeit hindurch gehungert hätte.

Einen Maaßſtab für organiſche Kräfte haben wir noch nicht, und es iſt auch nicht wahrſcheinlich, daß man ihn jemals finden wird; der Stoffverbrauch iſt ſicher dieſer Maaßſtab nicht. — Denn wäre er es, ſo müßte zwiſchen dem Gewicht der verbrauchten Nahrungsſtoffe und dem Maaße der dadurch hervorgebrachten Lebenserſcheinungen eine Aequivalent-Beziehung beſtehen, eine Beziehung, welche, wie kühn auch behauptet, nur auf dem Papier beſteht, und nicht mehr als ein Hirngeſpinnſt iſt. Für diejenigen, welche die Verrichtungen des Organismus im weiteren Sinn auffaſſen können und nicht bei der rohen Bezeichnung einiger Functionen ſtehen bleiben, iſt ſolch eine Lehre eine belachenswerthe.

Wie die Ernährung bei den ſogenannten höheren Thierklaſſen, d. h. bei ſolchen, deren Bau am meiſten zuſammengeſetzt iſt, zu Stande kommt, ſcheint auf den erſten Anblick von ferne ſo deutlich nicht, wie bei den Pflanzen und den niederen Thierarten. Und doch iſt die eigentliche Function der Ernährung immer und überall dieſelbe. Gewöhnlich nimmt man an, daß den elementaren Formen der verſchiedenen Gewebe eine Flüſſigkeit dargeboten werden muß, worin das enthalten iſt, was dieſe bedürfen, um die Stoffe, welche ſie bei der Umſetzung, welcher die meiſten ausgeſetzt ſind, verloren haben, wieder aufzunehmen; die Umſetzung der elementaren Formen hängt jedoch mit dieſer Aufnahme neuer

Stoffe genau zusammen, ist als ein Ganzes mit demselben anzusehen und die Vorstellung vom Gewinnen und Verlieren von Materie muß daher auch hier nicht als das ganze Wesen der Ernährung angemerkt werden. Im normalen Zustande des thierischen Körpers vermehrt oder vermindert sich die Masse des Körpers nicht, und eben so wenig die einer elementaren Form desselben. Die elementaren Formen und der Stoff, woraus sie bestehen, haben einen Reiz nöthig, um in dem einmal angenommenen Zustande zu bleiben, und erhalten diesen Reiz sicher von in chemischer Umwechselung begriffenen Stoffen, die auf sie chemisch zurückwirken und also eine gewisse materielle Veränderung hervorbringen, aber nicht in dem Sinn von Verlieren und wieder Empfangen. Eine elementare Muskelfaser z. B., welche zu einem gut unterhaltenen Organismus gehört, bleibt wie sie ist und empfängt von der dargebotenen Nahrungsflüssigkeit nicht mehr, wie sie an dieselbe abgiebt. Die Nahrungsflüssigkeit, in Umsetzung begriffen, pflanzt ihren Einfluß auf die elementare Muskelfaser fort, aber auch die Muskelfaser auf die Nahrungsflüssigkeit, und gerade in der harmonischen Zurückwirkung beider, wozu der Wechsel von Stoffen das Mittel ist, liegt das Wesen der Ernährung eines entwickelten Organismus aufgeschlossen. Die Muskelfaser, welche ist, ist kein alter oder verbrauchter Theil, welcher erneuert werden muß, oder durch die Nahrungsflüssigkeit erneuert wird; sie bleibt, was sie ist, aber beantwortet den chemischen Eindruck, den sie von der Nahrungsflüssigkeit empfängt, dadurch, daß sie einige Moleküle abgiebt und aufnimmt, thut dies um so mehr, in je größerer Wirksamkeit sie begriffen ist, und in diesem unaufhaltsamen Abgeben und Aufnehmen kleiner Theilchen, bei Allem, was thierisch lebt und thierisch ernährt wird, liegt die Quelle von Wirksamkeit, die es zeigt; es ist eine Zurückwirkung auf einen chemischen Reiz, welcher von der Nahrungsflüssigkeit ausgeht, und diese Zurückwirkung kann nicht

ſtattfinden ohne Stoffverbrauch; aber deshalb beſteht die ganze Ernährung nicht in dieſem Stoffverbrauch. Daher rührt es denn auch, daß Leute von gleicher Lebensweiſe, oder Thiere, die daſſelbe Maaß von Ruhe und Bewegung haben, durch ganz andere Nahrung ganz normale Verrichtungen haben können. Die Männer eſſen im Allgemeinen weit mehr wie die Frauen, und in den höheren Ständen, wo beide wenig Arbeit zu verrichten und keine beſondere körperliche Kraftanſpannung haben, ſieht man ſie beide geſund, und die Verſchiedenheit im Stoffverbrauch giebt keine Rechenſchaft von einiger Verſchiedenheit, die zwiſchen beiden beſteht. Die Frauen ſieht man elaſtiſch und geſund bleiben, vornehmlich bei Gemüſe-Nahrung, während die Männer, die große Mengen Fleiſch genießen, keiner einzigen Erſcheinung nach kräftiger oder geſunder heißen können.

Ein aufgeweckter Geiſt erhöht die Thätigkeit des Magens; eine gedrückte Gemüthsſtimmung lähmt dieſelbe; eine elaſtiſche Haut macht die Speiſeverarbeitungs-Organe wirkſamer; eine weiche Haut vermindert ihre Wirkſamkeit. So lange uns eine Aequivalent-Beziehung zwiſchen Geiſt und Nerventhätigkeit, zwiſchen Nerventhätigkeit und den chemiſchen Kräften, die wir organiſche nennen, unbekannt iſt, kann die Andeutung einer Aequivalent-Beziehung zwiſchen den organiſchen Kräften und den chemiſchen Kräften, welche die Nahrungsſtoffe bei ihrer Umſetzung in dem Organismus entwickeln, in der Wiſſenſchaft nicht beſtehen; eine Beziehung dieſer organiſchen Kräfte zu dem beim Athemholen verbrannten Kohlenſtoff iſt und bleibt allzeit Unſinn, wenn auch ein Arbeiter viel mehr ißt, als ein Müßiggänger, woran Niemand zweifelt, und welches deshalb auch nicht gedruckt zu werden braucht.

So lange von dem Einfluß, welchen kräftige Nahrung auf den Geiſt ausübt, keine Rechenſchaft abgelegt iſt; ſo lange die einfache Thatſache nicht erklärt iſt, daß eine kleine

Menge Alkohol, als Bier, Wein ꝛc. genommen, alle Lebensthätigkeit erhöht, die Muskelkraft beträchtlich zunehmen läßt, so lange iſt es gut zu ſagen, daß die Wiſſenſchaft hierin noch keine Aufklärung geben kann. Aber ſo lange man die Wirkung des Alkohols auf den Organismus bloß aus ſeinen $C_4H_{12}O_2$ ableitet, die der Margarinſäure allein aus ihren $C_{34}H_{68}O_4$, die des Amylums bloß aus ſeinen $C_{12}H_{20}O_{10}$, und man $H_{20}O_{10}$ einfach wegläßt und von C_{12}, die mit O_{24} $= 12CO_2$ geben, Rechenſchaft giebt, rufen wir denen, die dies thun, zu: »verſtümmelt die Wiſſenſchaft nicht länger, denn Ihr kennt ihre Bedürfniſſe nicht und gebt uns Kartenhäuſer ſtatt eines feſten Gebäudes, welches allein durch deſſen Kundige, nicht durch Unkundige aufgebaut wird. Die Lampe, worin wohl Oel brennt, aber nicht Amylum, ſollte Euch lehren, daß für den thieriſchen Körper auch Amylum kein Fett iſt und daß der thieriſche Körper etwas Anderes iſt, wie ein immer rauchender Schornſtein; daß der thieriſche Körper keine Fabrik von Excrementen (voil) iſt, die ausgeworfen und daher durch ein eben ſo großes Gewicht von bloßen CHNO erſetzt werden müſſen.«

Es iſt ſo: bei den höheren Thierklaſſen zeigen ſich zwei einander gegenüber geſtellte Verrichtungen, Ausſcheidungen ſogenannter verbrauchter Stoffe und Aufnahme neuer aus der Außenwelt; das Endreſultat weiſt daher wirklich auf ein Verbrauchen; aber es ſind gerade die Ausſcheidungen, welche die hauptſächlichen Quellen von Störung des chemiſchen Gleichgewichts in dem thieriſchen Organismus ſind, und dieſen Quellen muß daher ein dynamiſcher, und nicht ein roher materieller Charakter zuerkannt werden. Ohne Ab- und Ausſcheidung iſt gelähmtes oder kein geſtörtes chemiſches Gleichgewicht, und wo Ab- und Ausſcheidung ſtattfinden, muß Zufuhr ſein, oder es würde Erſchöpfung an Stoff folgen, und ohne Stoff kein geſtörtes chemiſches Gleichgewicht derſelben. Die Ab- und Ausſcheidungen ſind daher

Bedingungen zur guten Unterhaltung der Thätigkeit im Organismus, nicht Wege, auf denen gewisse Excremente aus dem Körper geführt werden. Ich meine daher, daß wir in einer guten Vorstellung der Ernährung da anfangen müssen, wo die Vorsteher von Abscheidungen in dem Sinn von überflüssigen oder für den Körper schädlichen Stoffen endigen, daß die Nieren, die Lungen ꝛc. die Quellen gestörten chemischen Gleichgewichts sind, wodurch die Function des Stoffwechsels (Ernährung) unterhalten wird. Das Wesen der Verbrennung liegt auch nicht in dem Hinzuführen von so viel Holz oder Steinkohlen oder daß gerade so viel Kohlenstoff hinzutrete, wie Asche, Kohlensäure und Wasser aus dem Feuer geführt wird; das Austreten von Asche, Kohlensäure und Wasser und das Hinzuführen von Holz oder Steinkohle sind nothwendige Bedingungen zur Verbrennung, aber die Verbrennung selbst liegt weder in dem Herbeiführen noch in dem Austreten dieser Stoffe, sondern im Wechseln chemischer Verbindungen oder in der Bildung derselben.

So auch in dem thierischen Organismus. Was gute und wirksame Säfte hervorbringt, ist daher Nahrung; was gute und wirksame feste Theile unterhalten, d. h. in Form, Verrichtung und Zusammensetzung erhalten kann, ist Nahrung für den Organismus.

Ist die Rede von Vermehrung des Umfangs des thierischen Organismus, so muß das, was wir Nahrung nennen, noch einen anderen Dienst erfüllen; es muß nicht bloß unterhalten, was ist, nicht bloß in Wirksamkeit halten, was wirksam ist, sondern überdies auch neue Stoffe herbeiführen, die zwischen die schon vorhandenen niedergelegt werden. Das Pflanzenreich befindet sich während seines ganzen Bestehens in einem solchen Zustande; keine Pflanze ist jemals ausgewachsen, und wenn es auch solche giebt, die kaum merkbar mehr in Länge oder in andere Richtungen sich vergrößeren, in der immer sich erneuernden Entwickelung von

Blättern und Früchten, in dem steten Fester- und Dichterwerden der Holzzellenlagen, ist die unaufhaltsame Zunahme an neuer Masse sonnenklar.

Ebenso bei jugendlichen thierischen Individuen, bei Frauen, wenn sie ihre Frucht tragen, aber auch in vielen anderen Perioden des Lebens bei allen Thieren. Es ist ein zeitweises Zu- und Abnehmen von Masse, bei einigen Thieren periodisch, z. B. bei den Winterschläfern, aber auch bei allen anderen abhängig von größerer Ruhe oder Bewegung, Krankheitszuständen, Menge und Art von gebrauchter Nahrung und so vielen Umständen mehr, was daher in weiterem Sinn zur Nahrung gerechnet werden kann. Es verdient indeß von der Unterhaltung dessen, was ist, von Form, Stoff und Verrichtung, die bestehen, unterschieden zu werden, und es ist nur der allgemeine weniger richtige Sprachgebrauch, welcher sie beide unter einer Beziehung begreift, welcher sie auch in der Wissenschaft als eins auftreten läßt. Man sollte das letztere Vermehrung und Verminderung in Masse nennen, und kann niemals denselben Begriff daran knüpfen, welcher an Ernährung geknüpft werden muß.

Thieren, welche in Umständen leben und sich bewegen, die ungefähr umfassen, was ihr Körper nöthig hat, fehlen Organe, durch welche die aufgenommenen Stoffe gewisse Veränderungen erleiden können. Von solcher Art sind die Schwämme, bei denen die Stoffe aus dem Medium, in welchem sie sich befinden, durchschwitzen von einer Stelle zur anderen; im Bau näheren sie sich den Pflanzen. Aber indem man in Zweifel ist, ob man sie zu den Pflanzen oder Thieren rechnen soll, weil ihnen Verdauungsorgane fehlen, drückt man dadurch aus, daß man es als zum Wesen der Thiere gehörend ansieht, daß Organe zur Zubereitung der von außen herbeigeführten Stoffe nicht fehlen dürfen. Bei den polygastrischen Infusorien findet man einfache Zellen,

worin die Nahrung aufgenommen wird, und woraus die hier vorhandenen Stoffe durch Durchschwitzung den ganzen Organismus durchdringen: eine wahre Endosmose also. Bei anderen findet man einen oder mehrere Kanäle, worin sicher aus den Speisen gezogene Flüssigkeit aufgenommen, und woraus diese durch den Organismus fortgeführt wird, durch Vermittlung der Endosmose, selbst auf große Abstände. Ein System von Röhren, die mit der Atmosphäre einige Gemeinschaft haben, durchdringt bei diesen den Organismus und führt die Luft zu allen Stellen, wo die Nahrungsflüssigkeit endosmotisch durchdringt. So ist es bei den Insekten. Bei anderen wird der Apparat mehr zusammengesetzt, ist er ein eigener Kanal, worin die Speisen bleiben, verändert werden, und woraus Röhren entstehen, die erst dann, wenn die darin enthaltene Nahrungsflüssigkeit durch eigene Organe mit der Luft in Berührung gebracht ist, dieselbe durch den Körper führen.

In einer besonderen physiologischen Chemie würde dies alles eine specielle Auseinandersetzung verdienen; in einer allgemeinen müssen wir uns auf das Allgemeine beschränken; aber indem wir die sogenannten höheren Thierklassen vorzüglich zu Gegenständen unserer Betrachtung machen, ist doch dies sicher, daß selbst bei den niedrigsten Thierarten wohl der Mechanismus, wohl die Form der Ernährung abweichend ist, dieselbe aber hinsichtlich ihres eigentlichen Charakters doch durchaus nicht in einem anderen Sinn aufgefaßt werden muß, wie wir sie bei den höheren Thierklassen erkennen. Wenn bei dem Insekt ein Blutgefäß vorhanden ist, aus welchem nur wenige Verzweigungen entstehen, und in welches an vielen Stellen Nahrungsflüssigkeit aus den Speiseverarbeitungs-Organen ausgegossen wird; wenn diese Nahrungsflüssigkeit längs großer Abstände endosmotisch wechseln muß und überall auf seinem Wege den Sauerstoff der Luft in den Luftkanälen, mit denen der Körper des Insekts

durchwebt ist, antrifft, und unter dem Einfluß desselben verändert wird; so finden wir hier im Wesentlichen dasselbe, was wir bei den höheren Thierklassen antreffen, wo Herz und Blutgefäße und Lungen vorhanden sind. Das Capillarsystem, welches hier als feines Netzwerk den Organismus größtentheils durchwebt, führt hier nur Flüssigkeit herbei, bis nahe zu den Stellen, die ernährt werden sollen, und der ganze Mechanismus der Respiration und Circulation diente nur, nicht um Ernährung zu Stande zu bringen — denn diese geschieht außerhalb des Capillarsystems —, sondern um die Nahrungsflüssigkeit auf diese Art den elementaren Formen anzubieten. Bei den Insekten und den höheren Thierklassen geschieht die eigentliche Ernährung ganz auf dieselbe Weise: es ist eine Wirkung und Zurückwirkung von elementaren Formen und Nahrungsflüssigkeit, welche letztere endosmotisch ihren Ort verändert.

Während wir in allgemeinen Zügen über Nahrung und Ernährung der Thiere das eine und andere mittheilen wollen, verweise ich, mehr noch wie in anderen behandelten Gegenständen, auf die betreffenden physiologischen Werke von Müller, Valentin, Wagner und Anderen, welche wir darüber in dieser Zeit besitzen. Ich will mich darauf beschränken, aus chemischem Gesichtspunkt zunächst der Nahrung nachzugehen, darauf das abzuhandeln, was auf die Veränderung der Nahrungsstoffe, die dem Körper angeboten werden, sich bezieht, demnach Speichel, Magensaft, Galle und Pankreassaft, Darmsaft; weiterhin der Veränderung selbst auf der Spur folgen, in dem Speisekanal. — Als Endresultat werden wir dann zur Zusammensetzung des Blutes aufsteigen, den Einfluß der Luft auf dasselbe erwägen, um darnach das Blut auf seinem Wege zu verfolgen, a) als Mittel zur Unterhaltung von Stoff und Form, b) als Mittel zur Unterhaltung von Verrichtungen. Zu diesen bringen wir dann, als zu unserem Zweck gehörend, die, welche auf

Stoffwechsel auslaufen: die Ab- und Ausscheidungen, in so weit sie nicht bereits im Laufe der Untersuchung vorgekommen sind.

Blick auf die thierischen Nahrungsmittel.

Die unorganischen Stoffe, die bleibende Bestandtheile des Organismus sind, wechseln gleichwohl in demselben in größerem oder geringerem Maaße. Mit dem Urin und anderen Abscheidungen werden Kalk-, Magnesia-, Kali- und Natronsalze von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Chlor aus dem Körper getrieben. Es liegt in der Natur der Sache, daß, wenn ein Organismus im gesunden Zustande bleiben soll, eben so viel eingeführt werden muß, wie austritt. Ob sie in dem Körper eine Veränderung erleiden, ist nur erst von wenigen bekannt, von einigen indeß mit Sicherheit.

Die Verbindung von phosphorsaurem Kalk z. B., von Phosphor und von Schwefel mit dem Fibrin bildenden Stoff, einer Protein-Verbindung, wird bei jedem Athemholen zum größeren oder kleineren Theil geschieden, C, H, N, O, S, P in neue Gruppen geordnet und der phosphorsaure Kalk frei gemacht. Dieser wird zum Schluß mit dem Urin ausgetrieben. Er hat keine Stelle mehr in dem Organismus, außer in noch unentwickelten Individuen in den Knochen.

Was daher die unorganischen Stoffe betrifft, so kann man in einem einmal entwickelten Individuum von diesen näherungsweise leicht feststellen, welche und wie viel derselben in der Nahrung enthalten sein müssen: denn so viel im normalen Zustand aus dem Körper geführt wird, so viel ungefähr muß auch in einer gewissen Zeit eingeführt werden. Ein kleiner Spielraum ist hier übergelassen, so daß sicher nicht alles in chemischen Aequivalenten herbeigeführt zu werden

braucht, aber die Verschiedenheit kann zwischen gewissen Grenzen bestimmt werden.

Daß ein Theil dieser unorganischen Stoffe in dem Organismus selbst wechselt, zerlegt wird, lehrt uns manche Erscheinung.

Zunächst giebt es eine Zersetzung unorganischer Salze außerhalb der Lungen und des arteriellen Systems, wodurch eigenthümliche Stoffe hervorgebracht werden. In den ersten Wegen werden die schwefelsauren Salze ebenso zersetzt, wie es in stehenden Wässern geschieht. Es entwickelt sich Schwefelwasserstoff, wovon ein Theil von dem Schwefel der Schwefel-Phosphor-Proteinverbindungen der pflanzlichen oder thierischen Nahrung abzuleiten sein mag, dessen größte Mengen aber mit Kohlenwasserstoff und Kohlensäure Zersetzungsproducte sind, die sich an diejenigen anschließen, welche in stehenden Wässern, z. B. denen von Amsterdam, im Sommer ausgetrieben werden.

Außer der Zersetzung eines Theils der schwefelsauren Salze ist zugleich außer Zweifel die Zersetzung von einem Theil des Chlormagnesium der Nahrungsstoffe. Es ist namentlich sicher, daß in dem Magensaft dann und wann freie Salzsäure vorkommt, während in den Speisen und Getränken keine Spur davon angetroffen wird. Gewöhnlich leitet man dasselbe vom Kochsalz ab, aber ohne einigen Grund.

Vor vielen Jahren wurde bereits bekannt gemacht (Wateren van Amsterdam, p. 177), daß das Chlormagnesium ein Salz ist, welches unter dem Einfluß organischer Stoffe in stehenden Wässern sehr leicht zersetzt wird; daß von diesem Salz allein die Salzsäure abgeleitet werden muß, welche in der Luft verbreitet und vom Regenwasser aufgenommen, vorzüglich in Amsterdam, zur Bleikrankheit so viel Gelegenheit giebt. Dieses Chlormagnesium, in dem gewöhnlichen Trinkwasser und vielen Speisen vorhanden, ist auch ein Bestandtheil des Blutes, und unter denselben Einflüssen, unter

denen schwefelsaure Salze zersetzt werden in Sulfurete, die ihrerseits kohlensaure Salze und Schwefelwasserstoff geben, wird das Chlormagnesium im thierischen Körper unter Wasserzersetzung in Salzsäure und Magnesia geschieden. Die Magnesia verbindet sich dabei mit einer Säure und fließt als ein anderes Magnesiasalz mit dem Blut herum, während die Salzsäure auf die Auflösung der Speisen wirkt (siehe ferner Magensaft).

Die Menge der schwefelsauren Salze und des Chlormagnesiums der gebrauchten Nahrung wird daher in dem thierischen Organismus vermindert, und die Excrete sind deshalb keine festen Maaßstäbe mehr für die in den Körper zu führenden unorganischen Stoffe.

Ebenso nimmt bei gewissen Salzen, die unorganische heißen, die Menge in dem thierischen Organismus zu. Beim Genuß von weinsteinsaurem, citronensaurem, äpfelsaurem Kali oder Natron ꝛc. werden die organischen Säuren zersetzt und Carbonate, welche mit dem Urin ausgetrieben werden, treten an ihre Stelle. Daher ist wiederum das Austretende kein vollkommener Maaßstab für das, was in den Körper eingeführt ist. Aber in einem entwickelten Individuum treten wenigstens Kali, Natron, Kalk und andere fixe Basen unverändert aus und wird längs des Weges der Excrete der größte Theil von Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor ꝛc. in ähnlicher Form ausgetrieben, in welcher es dem Körper angeboten wurde.

Man hat sich viel Mühe gegeben, aus den Reihen der unorganischen Verbindungen die fest zu stellen, welche Bestandtheile von Thieren ausmachen können, aber eine allgemeine Beziehung scheint dafür nicht zu finden zu sein. Jeder Grundstoff kann ohne Widerspruch Bestandtheil des thierischen Organismus werden; das lehren uns die Arzneimittel. Käme ebenso Zink oder Strontian in der Nahrung vor, wie Eisen und Kalk darin getroffen werden, so hätten Zink und

Strontian sicher einen bestimmten Platz unter den Bestandtheilen des thierischen Organismus, einen gewichtigen Platz, so wie ihn nun das Eisen oder der Kalk hat. Dann wäre der Organismus jedoch unter dem Einfluß des Zinks ein anderer, wie er jetzt ist, so wie das Blei, das Quecksilber den Organismus modificiren, wenn diese Metalle in kleinen Mengen lange gegeben werden. Würde eine Reihe auf einander folgender Generationen hindurch eine kleine Menge von irgend einem Metall dem Futter beigemengt, einer gewissen Thierart geboten, so würde diese Thierart sich modificiren in der Art, wie dieses Metall es von sich ausgehen läßt. Die Arbeiter in den Quecksilberbergwerken verlieren nicht bloß ihre Zähne, sondern auch ihre Kinder verlieren dieselben, wenn auch die Kleider, die in den Minen gebraucht wurden, sorgfältig außer Berührung mit der Hausgenossenschaft gehalten werden.

Käme kein Eisen in unserer Nahrung vor, so hätten wir keinen rothen Farbestoff im Blut, wir wären dann zwar nicht geradezu farblose Wesen, aber doch ohne Zweifel ganz andere Wesen wie wir jetzt sind. Wäre kein phosphorsaurer Kalk in unserer Nahrung, so würden uns nicht allein alle Stützen für unseren Organismus fehlen, sondern wir würden dabei andere Formen haben, wir würden andere Wesen sein, und schon deshalb allein, weil unser Gehirn dann nicht von einer festen Schale umgeben wäre, würden wir ein anderes Denkvermögen, und vielleicht gar kein Denkvermögen besitzen.

Aber mehr als solche allgemeine Bemerkungen erlaubt uns die Wissenschaft unserer Tage nicht zu machen hinsichtlich der wahren Stellung, welche die unorganischen Stoffe in dem thierischen Körper einnehmen. Sie gehen ein und aus, aber dies lehrt uns nichts über die Function, die sie erfüllen. Sie sind eben so unentbehrlich für den Organismus, wie C, H, N, O, und darum wahre Nahrungsmittel zu nen-

nen. Aber sie werden, bis auf wenige Ausnahmen, bei ihrem Eintritt in den Körper nicht verändert, und ich verschiebe daher ihre weitere Betrachtung auf den Artikel Blut.

Die organischen Stoffe, die zu den Nahrungsstoffen gebracht werden, sind wenige an Zahl. Wir können sie eintheilen 1) in solche, die unverändert in den Körper aufgenommen werden, und 2) in solche, welche bei der Aufnahme verändert werden. Zu den ersteren gehören Protein, Oxyprotein, Tri-Oxyprotein und einige Fettsäuren, nämlich Stearin-, Margarin- und Elainsäure; zu den letzteren alle anderen Fettsäuren, Lipyloxyd, leimgebende Stoffe, Chondrin, Pflanzen-Cellulose, wenn auch nur von sehr jungem Pflanzengewebe, die Amylumarten, Dextrin, die Zuckerarten, Pectose, Milchsäure, ferner Essigsäure, die meisten alkalischen Salze mit organischen Säuren, wie weinstein-, äpfel- und citronsaure Salze (die in vielen Früchten gefunden werden), essigsaure Salze, brenzliche thierische Oele (die in gerösteten Speisen vorkommen), wozu — wenn die Menge, die davon in den Körper übergeht, nicht zu klein ist, um sie Nahrungsmittel zu nennen — die gewürzartigen Stoffe ganz oder theilweise, auch Alkohol, Benzoësäure, Campher, ꝛc. gerechnet werden können. Durchlaufen wir diese zwei Klassen nun in der Kürze aus diesem Gesichtspunkt.

Protein ist unter verschiedenen Formen und in verschiedenen Verbindungen in pflanzlicher und thierischer Nahrung vorhanden; es wird bei der Ernährung der Thiere daher nicht verändert. Der Schwefel, welchen es gebunden enthält, mag zum Theil in den ersten Wegen abgeschieden, der Phosphor an einige derselben gebunden werden*), z. B.

*) Aus Untersuchungen, die unlängst publicirt sind (Scheik. Onderz., Deel IV), ist abgeleitet, daß Schwefel und Phosphor mit dem Protein als SN_2H_4 und $P_2N_2H_4$ verbunden sind.

vom Caſein, welches aus Albumin entſteht, aber das Protein, welches im Pflanzenleim, Pflanzeneiweiß, geronnenen Pflanzeneiweißſtoff, im Legumin, im thieriſchen Pflanzeneiweißſtoff, im Faſerſtoff vom Blut, im Caſein, im Globulin und in vielen anderen thieriſchen Stoffen vorkommt, ebenſo das Tri-Oxyprotein der Bouillon, das Oxyprotein des Eidotters, der Muskelfaſern ꝛc. werden ſo in das Blut gebracht, nehmen daſelbſt eine wichtige Stelle ein, gehören unmittelbar zu den zuſammengeſetzten Theilen des thieriſchen Organismus und mögen daher als Nahrungsſtoffe betrachtet werden, die unverändert in den thieriſchen Körper übergehen. Findet man ſie doch in dem thieriſchen Körper im Blut, im Chymus und Chylus und in den Nahrungsmitteln; es iſt daher kein Grund, ſie nicht als nicht veränderliche Nahrungsmittel anzuſehen.

Liebig hat die Lehre vorgetragen, daß geronnener Eiweißſtoff der Pflanzen mit Blutfibrin, Pflanzeneiweiß mit thieriſchem Eiweiß, Legumin mit Caſein vollkommen übereinſtimme, und der Sache den Anſchein gegeben, als ob ein Thier durch den Genuß von geronnenem Pflanzeneiweißſtoff Blutfibrin bekäme, bei Entbehrung deſſelben aber das Blutfibrin nicht erlangte. Wäre dieſe Lehre eine wahre, ſo ſtände es mit dem Thierreich unglücklich beſtellt. Der Säugling, welcher im erſten Jahre nichts als Muttermilch empfängt, und alſo außer einigen Salzen nichts als Fette, Milchzucker und die Beſtandtheile des früher ſogenannten Caſeins, der alſo keine Spur von Fibrin oder Albumin erhält, nimmt doch in der Menge von Fibrin und Albumin beträchtlich zu, und hat außerhalb ſeiner Verdauungsorgane keine oder nur eine bis heute noch zweifelhafte Spur von Caſein. Die ſäugende Frau, welche ſich durch Körner ernährt, durch Roggenbrod z. B. und durch Kartoffeln, wie es in den geringeren Ständen oft der Fall iſt, fließt gleichwohl über von

Milch, obschon sie keine Spur von Casein genießt. Der Reconvalescent, welcher einen großen Blutverlust erfuhr, und durch den Genuß von Suppen, die kein Fibrin oder Albumin enthalten, seinen Verlust an Fibrin und Albumin alsbald hergestellt werden sieht, sollte nach dieser Lehre so lange blutlos bleiben, bis er durch den Genuß von Fibrin das Fibrin, durch den Genuß von Albumin das Albumin bekommen hätte. Diese Lehre ist daher ein Hirngespinnst.

Zum Glück ist für Menschen und Thiere ein allgemeiner Grundstoff im Fibrin, Albumin, sogenannten Casein, Legumin, Pflanzeneiweiß und geronnenen Pflanzeneiweiß ꝛc. vorhanden, welcher, unter Veränderung der mit ihm verbundenen Schwefel-, Phosphor- oder Sauerstoffmengen, selbst unveränderlich bleibt, so daß aus Albumin Fibrin, aus Fibrin Albumin entstehen, aus Legumin Fibrin, aus Casein Fibrin und Albumin gemacht werden können, einfach dadurch, daß in dem thierischen Organismus das modificirt wird, wodurch der eine Stoff von dem anderen verschieden ist, aber daß das bleibt, was sie gemein haben, nämlich eine gewisse selbständige organische Gruppe. Dieser Stoff, den ich vor einigen Jahren Protein genannt habe, hat also einen sehr festen Bestand, da dieselbe Gruppe bewahrt bleibt, wenn auch die damit verbundenen Schwefel-, Phosphor- oder Sauerstoffmengen ganz und gar sich ändern. In Bouillon, worin er mit Sauerstoff verbunden vorkommt, ist an organischen Elementen alles vorhanden, was zur Fibrin-, Albumin-, Casein-Bildung erfordert wird, denn bei Bouillon und Amylum kann das Leben lange unterhalten, durch Amylum und Bouillon kann Milchabscheidung befördert werden. Zu der Gruppe kann leicht Sauerstoff zutreten, so daß aus Eiweiß aus Vogeleiern sauerstoffreicheres Fibrin entsteht. Die Schwefel- und Phosphorverbindungen, die sie besitzen kann, treten aus und treten zu, wenn aus Albumin Casein wird,

oder aus Caſein Albumin: das Protein bleibt dabei unverändert daſſelbe.

Fürwahr, eine treffliche Einrichtung in der thieriſchen Welt! Ob die Thiere durch pflanzliche Proteinſtoffe genährt werden, die von denen des thieriſchen Körpers nur wenige Eigenſchaften beſitzen, oder denſelben ganz fremd ſcheinen, wie z. B. Legumin, oder ob ſie durch thieriſche Proteinverbindungen genährt werden, welche denen, woraus ihr eigener Körper beſteht, ziemlich gleich ſind, dies macht für die Ernährung in der Hauptſache keinen Unterſchied. Eine grasfreſſende Kuh und eine Löwin haben daher gleichartiges Fleiſch, daſſelbe Blut-Fibrin und Albumin, und geben beim Säugen daſſelbe Caſein an ihre Jungen; ein Infuſorium, welches in einem Abzug von Heu entſtand, findet in dieſem Abzug unmittelbar das Baumaterial für ſeinen Organismus, und der Pfahlwurm, welcher das Holz durchnagt, hat in dem Eiweißſtoff des Holzes ſein Protein, welches, nur wenig modificirt, als Beſtandtheil ſeines Organismus auftreten ſoll. — Siehe: es iſt eine Einfachheit in dieſem Gegenſtand, die erhaben iſt und mit Bewunderung erfüllt, wenn man der grenzenloſen Verſchiedenheit nachgeht, welche durch die einzige organiſche Gruppe zu Stande gebracht wird.

Unter den Nahrungsmitteln iſt dieſe Gruppe denn in erſter Stelle diejenige, welche in dem thieriſchen Organismus keine Veränderung zu erleiden braucht. Alles was früher eiweißartige Körper genannt wurde, und was jetzt Proteinverbindungen geheißen wird, erleidet nur eine beikommende (bykomende) Veränderung im Sauerſtoff-, Phosphoramid- und Sulphamidgehalt: die Hauptgruppe bleibt unverändert, bis ſie, den allgemeinen Einflüſſen des thieriſchen Organismus ausgeſetzt, zerſetzt wird. Von dieſer Gruppe muß jedes Thier eine gewiſſe Menge von außen empfangen, oder es ſtirbt, aber es ſcheint in gewiſſen Grenzen gleichgül-

tig zu ſein, in welchem Verhältniß Schwefel- und Phosphoramid, mit derſelben verbunden, dargeboten werden, da Fibrin, Albumin, Caſein, Pflanzeneiweiß, Legumin, alle gleich gut im Stande ſcheinen, um Fibrin, Albumin, Caſein bei dem Thier, welches genährt wird, zu bilden.

Dieſe Gruppe, das Protein, bleibt hierbei unverändert; die Schwefel- und Phosphor-Amide, die damit vereinigt ſind, werden nur modificirt, das Fehlende erſetzt, das was zu viel iſt, abgeſchieden. Unter den nicht verändert werdenden Nahrungsſtoffen ſteht daher das Protein oben an.

In demſelben Fall ſind die Fettſäuren, welche in der Nahrung vorkommen, und in dem ernährt werdenden Thiere angetroffen werden. Die Margarinſäure von Schweinefett iſt dieſelbe, wie die von Menſchenfett; ſie wird daher bei der Verdauung nicht verändert. Wenn ſie aber mit Lipyloxyd verbunden und alſo als Margarin genoſſen wird, ſo muß dieſes Lipyloxyd abgeſchieden werden, um die Margarinſäure unverändert in einen zuſammengeſetzten Beſtandtheil des Körpers übergehen zu laſſen. Fette Menſchen ſah ich manchmal mager werden, einfach dadurch, daß man ihnen den Gebrauch von Butter abrieth, und magere Fett bekommen, dadurch, daß man ihnen einen reichlicheren Gebrauch von Butter anrieth. Nach der Art der Fettſtoffe der Thiere ſind Stearinſäure, Margarinſäure und Elainſäure geradezu oder nicht veränderte Nahrung zu nennen. Sie gehören zu den Beſtandtheilen des Körpers, eben ſo wie Protein und ſeine Verbindungen, und ich räume ihnen deshalb keinen beſonderen Platz ein; ſie werden, ebenſo wie das Protein und ſeine Verbindungen, im zerſetzten oder veränderten Zuſtande wieder aus dem Körper geführt, und mögen daher mit Protein und ſeinen Verbindungen darin wieder auf derſelben Linie ſtehen. Endlich, ſie werden zur Hervorbringung unentbehrlicher Beſtandtheile des Körpers gebraucht und ſind in dieſer Hin-

ſicht auch mit Protein und ſeinen Verbindungen zu vergleichen.

Daß die Fette im thieriſchen Körper einen weſentlichen bleibenden Dienſt thun und als Nahrungsſtoffe dargeboten, nicht bloß dienen, um das Athemholen oder eine andere Function zu unterhalten, erhellt aus vielen Thatſachen. Zunächſt kann kein thieriſcher Organismus ohne Fette in dem Bindegewebe beſtehen. Aber was von viel größerem Belang iſt, man findet ſolch eine große Menge Fette als zuſammenſetzende Theile des Gehirns und der Nerven, daß man den Fetten einen ſehr wichtigen bleibenden Dienſt in dem Organismus zuſchreiben muß. Endlich iſt das Vorhandenſein von Choleſterin, um ein Beiſpiel zu nehmen, ſo allgemein, — ein Stoff, der nicht in Pflanzennahrung vorkommt, und unter Verluſt von Sauerſtoff aus den Nahrungsfetten bereitet wird — daß man auch ihm eine wichtige Stelle unter den unentbehrlichen Beſtandtheilen des Ganzen einräumen mag. Am Ende mögen ihre Elemente zum Theil durch das Athemholen als Kohlenſäure und Waſſer ausgetrieben werden; wer darum eine Klaſſe von Nahrungsmitteln zum Athmen annimmt, für den wird das Feuer unter einem Dampfkeſſel deshalb geſchürt, um den Schornſtein rauchen zu laſſen.

Daß in dem Bindegewebe und anderswo für eine gewiſſe Zeit Fette niedergelegt werden können, um zu anderer Zeit wieder aufgelöſt und in die Blutmaſſe aufgenommen zu werden und zu dem eigentlichen Stoffwechſel zu dienen, iſt eine Thatſache. Wir ſehen dies bei den Thieren, die einen Winterſchlaf haben, und bei den Inſekten gegen den Anfang ihrer Metamorphoſe, aber auch bei den Thieren im Allgemeinen. Bei gewiſſen Menſchen nimmt das Fett, welches den Augapfel umgiebt, ſo ſchnell ab und zu, daß ſie bei Mangel an Nahrung innerhalb weniger Stunden hohlſtehende Augen bekommen, die jedoch nach genoſſener Nah-

rung ebenso schnell in den gewöhnlichen Zustand zurückkehren.

Wer indeß deshalb den Fetten eine besondere Stellung unter den Nahrungsstoffen zuerkennen wollte, würde übersehen, daß bei dem Protein dasselbe Verhältniß stattfindet. Die Insekten, welche gegen die Zeit ihrer Metamorphose hin fetter sind, enthalten auch in demselben Maaße eine größere Menge Protein angesammelt; die Thiere, welche im Winter schlafen, sind vor dem Winter nicht bloß fetter, sondern haben auch mehr Muskelmasse, und sind nach dem Winter nicht bloß magerer in Hinsicht des Fettes, sondern haben dann auch weniger Muskelsubstanz. Und wer daran zweifeln sollte, betrachte eine gut genährte Kuh im Herbst im Vergleich mit dem, was sie im Frühjahr war, und erwäge die Erfolge der Fettweide und frage sich, ob gutes Gras der Kuh bloß Fett, oder zugleich auch Fleisch giebt. Endlich, bei starker Ernährung des Menschen sehen wir ihn nicht bloß Fett, sondern bei gleichmäßiger Uebung des Körpers, zugleich mehr Muskelmasse bekommen, während wir im Gegentheil beim Hungern oder bei schlechter Ernährung die Muskelmasse mit dem Fett schnell abnehmen sehen.

Das Protein wird also auch bei guter Ernährung in dem Muskelgewebe niedergelegt, als ein Stoff, welcher die Muskelfasern in Umfang zunehmen läßt, und wohl hauptsächlich zwischen den Primitivfasern, ebenso wie das Fett in den Fettzellen niedergelegt wird, um, beim Mangel an demselben im Blut, von da dem Bedarf des Körpers vorzustehen*). Ich kann darum dem Fett keinen anderen Platz zuerkennen, als den, der ihm als Nahrungsstoff von allgemeinem und großem Belang zukommt.

Es ist wahr, Fett enthält keinen Stickstoff; aber wer hat jemals vom thierischen Organismus kennen gelehrt, daß

*) S. p. (646) und Harting in recherches micrométriques, Utrecht 1845.

ihm nur durch ſtickſtoffhaltige Stoffe gut gedient werden kann? Der Gegenſatz, den man früher zwiſchen Pflanzen und Thieren aufſtellte, daß erſtere vor allem kohlenſtoffhaltig, letztere vor allem ſtickſtoffhaltig ſeien, hat noch viele ſchädliche Folgen in der Wiſſenſchaft unſerer Tage übergelaſſen und u. a. das, daß man das Ernährungsvermögen der Stoffe nach ihrem Stickſtoffgehalt mißt. Ich habe bis jetzt vergeblich nach Gründen geſucht, wodurch dieſer Maaßſtab gerechtfertigt würde; es iſt nicht bloß das quantum, ſondern es iſt das quale, was hier zum Maaßſtab dienen muß. Milchſäure und Gummi können hier, unter hundert anderen, als Vorbild dienen,

$$2 \times C_6H_{10}O_5 = C_{12}H_{20}O_{10},$$

zwei Stoffe, welche vollkommen dieſelben quanta enthalten, aber in der Beſchaffenheit für den Organismus gänzlich verſchieden ſind.

Es iſt auch ferner wahr: es iſt viel Protein in dem thieriſchen Körper, und dies iſt daher ein Hauptſtoff, ſo daß, wenn es möglich wäre, aus dem Stickſtoffgehalt eines Nahrungsgemenges auf ſeinen Proteingehalt zu ſchließen, er dann ein Maaßſtab dafür ſein würde; aber abgeſehen davon, daß nicht alle Nahrung Protein zu enthalten braucht, iſt noch ſo vieles unentbehrlich in dem thieriſchen Organismus, daß man wiederum einſeitig wird, wenn man darauf das Auge nicht richtet. Die Fette gehören dazu und wohl mit in erſter Reihe.

Nicht verändert werdende Nahrungsſtoffe ſind daher Protein, Oxyprotein, Tri-Oxyprotein, Stearinſäure, Margarinſäure, Elainſäure, die drei letzteren und noch andere Fette nach der Art des Thieres verſchieden. Daß dazu ſich noch mehrere hinzufügen werden, wenn wir von der Art der organiſchen Stoffe von Pflanzen und Thieren mehr Kenntniß erlangt haben, iſt zu erwarten.

Die verändert werdenden Nahrungsſtoffe er-

leiden nicht bloß eine ſolche Veränderung, wobei ſie aufgelöſt werden; denn in dieſem Fall ſind auch die oben genannten; ſondern ſie werden chemiſch umgeſetzt. Vorerſt gehören dazu viele fette Säuren, diejenigen namentlich, die in dem Thier, welches ernährt wird, nicht vorkommen, z. B. Myriſtinſäure, Cocinſäure, Laurinſäure ꝛc., Säuren, die, ſoviel wir jetzt wiſſen, nicht in dem thieriſchen Körper vorkommen, und doch auch nicht als unnütz aus dem Speiſecanal ziehen. Die Anzahl fetter Säuren, die zu dieſer Rubrik gehören, iſt unwiderſprechlich groß, ſowohl von ſolchen, die in der Pflanzennahrung, als die in der thieriſchen Nahrung vorkommen und zur Hervorbringung von Beſtandtheilen des Körpers des genährt werdenden Thieres gebraucht werden, vielleicht in erſter Stelle zur Bildung der fetten Säuren, die dem Thier eigen ſind. Wie die Veränderung geſchieht, läßt ſich nach dem Verſuche von Lerch (Ann. der Chem. u. Pharm., Bd. 49, S. 212) über die flüchtigen Säuren der Butter, in Verbindung mit der Beziehung, welche Dumas zwiſchen den verſchiedenen Fetten gegeben hat, andeuten. Lerch fand in der Butter vier flüchtige Säuren, in den Mengen immer abwechſelnd, ſo daß ohne Zweifel der Mangel der einen mit der Entſtehung der anderen in Verbindung ſteht. Alle vier enthalten nun gleichviel Sauerſtoff und wohl O_4, während ſie 8, 12, 16 und 24mal CH_2 enthalten.

Butterſäure	$C_8H_{16}O_4$
Caproinſäure	$C_{12}H_{24}O_4$
Caprylſäure	$C_{16}H_{32}O_4$
Caprinſäure	$C_{20}H_{40}O_4$.

Da man es nun als bewieſen annehmen kann, daß bei dieſen vier flüchtigen Fettſäuren eine aus der anderen entwickelt wird, ſo iſt dadurch der Vorſtellung eine große Stütze gegeben, daß in dem thieriſchen Körper der eine Fettſtoff in den anderen übergeht, und indem dies bei den Butterfett-

säuren, wie es nicht anders möglich zu sein scheint, durch Oxydation eines Kohlenwasserstoffs CH_2 geschieht, so daß z. B. Caprylsäure $C_{16}H_{32}O_4$ unter Aufnahme von noch 4 At. Sauerstoff in 2 ($C_8H_{16}O_4$) oder in Buttersäure zerfällt, so läßt sich dies sogleich anwenden auf die Veränderung der Stearinsäure $C_{68}H_{136}O_5$ in Margarinsäure $C_{34}H_{68}O_3$, aber es läßt sich überdies auch weiter ausdehnen und Margarinsäure in der Entstehung vorstellen, z. B. aus Myristinsäure $C_{28}H_{56}O_3$, welches, doppelt genommen, $= C_{56}H_{112}O_6$ oder $= C_{34}H_{68}O_3$ (Margarinsäure) $+ C_{22}H_{44}O_3$, welche Gruppe dann zur Entstehung anderer Fette Anlaß geben kann, oder durch eins der ab- oder ausscheidenden Organe zerlegt wird.

Es versteht sich wohl von selbst, daß dies bloß ein Beispiel ist, aber die Entdeckung von Lerch scheint mir zu einem solchen Beispiel zu berechtigen. Bloß dann, wenn es beim Versuch sich gezeigt hat, dürfen wir es auf den thierischen Organismus übertragen.

Ich werde diese Betrachtung nicht weiter fortsetzen, weil bis jetzt keine Versuche bekannt sind, durch welche die Annahme der Veränderung einer Fettsäure in die andere im thierischen Organismus gestützt werden könnte; genug, daß Fette vielerlei Art, in den Nahrungsstoffen enthalten, als zusammensetzende Theile in den thierischen Körper übergehen können, wenn eine einfache chemische Veränderung in demselben vorgeht, eine Veränderung, die sich auf Oxydation oder Desoxydation beschränkt, obschon es wahrscheinlich ist, daß die letztere Hervorbringung von Fetten im Pflanzenreich mehr wie im Thierreich vorkommt. Das Thierreich liefert jedoch im Cholesterin $C_{84}H_{144}O_3$*) ein Beispiel der Entstehung einer sauerstoffarmen Fettsubstanz im thierischen Organismus selbst, aus fetten Säuren, die sauerstoffreicher sind. Redtenbacher

*) Schwendler und Meißner in Ann. d. Chem. und Pharm., Juli 1846, S. 109.

hat über die Entstehung von Säuren, unter denen auch flüchtige Fettsäuren vorkommmen, eine belangreiche Mittheilung geliefert *).

Unter den Nahrungsstoffen, die nicht, ohne eine Veränderung zu erleiden, in den thierischen Organismus aufgenommen werden, habe ich das Lipyloxyd begriffen, d. i. eigentlich die Gruppe der Elemente C_3H_4O, welche in Verbindung mit Wasser als Glycerin abgeschieden wird, wenn ein neutraler fetter Körper verseift wird. Ich habe anderwärts (S. 265) hierauf aufmerksam gemacht, und brauche hier nur daran zu erinnern, daß beim Genuß neutraler Fette, wie Margarin, Elain, Stearin die Gruppe als Glycerin $C_6H_{14}O_5$ mit den fetten Säuren ins Blut kommen muß und dort, bei der Verseifung von dem Fett abgeschieden, zu den zusammensetzenden Theilen des Bluts gehören muß, und also verbraucht werden kann und werden muß. Sie ist ein gewöhnlicher Bestandtheil des Bluts, denn beim Genuß von pflanzlichen sowohl als thierischen Nahrungsstoffen werden täglich neutrale Fette in den Körper geführt, täglich also auch die Fette verseift, und also täglich Glycerin in das Blut gebracht. Was aus dem Glycerin wird, ist indeß noch unbekannt; es ist möglich, daß es eine bestimmte Stellung einnimmt zwischen den eigentlichen Nahrungsstoffen.

Daß die so viel besprochenen Leimgewebe und Leim und Chondrin von mir für Nahrungsstoffe gehalten werden, und sogar für sehr wichtige, habe ich S. 355 bereits angemerkt. Eine erste Frage, um diesen Punkt durch Wahrnehmungen zu entscheiden, ist: findet man so viel Leim in den Excreten eines Thiers, welches damit gefüttert ist, wie das Thier genommen hat? Diese Frage muß verneinend beantwortet werden, und es ist sehr bemerkenswerth, daß ein

*) Ibid. S. 41.

Mitglied der franz. Academie (Bouſſingault, in Comp. rend. 1846, Sept.) dies ſelbſt mitgetheilt hat. Er wird alſo aufgenommen, macht für eine Zeit einen zuſammenſetzenden Theil des Körpers aus, ſeine Elemente treten unter eine andere Form, nehmen an dem allgemeinen Wechſel der Beſtandtheile des Organismus Theil, und werden als ganz andere Verbindungen aus dem Körper ausgetrieben, ohne etwas ſchädliches hervorzubringen. Wenn alle dieſe Umſtände dem Leim eigen ſind, und ſie ſind ihm eigen —, ſo verdient er im vollſten Sinne des Wortes den Namen Nahrung. Oder, was ſonſt nennt man Nahrung? In der That, die Verſuche mit Zucker, welche Magendie anſtellte, lehrten, daß bloßer Zucker keine Nahrung iſt. Jedermann hat dieſes Reſultat anerkannt, und doch prangt der Zucker und mit Recht wieder unter den Nahrungsſtoffen. So wird es mit dem Leim ebenfalls gehen.

Aber wozu dient denn der Leim in dem Organismus? Der Beweis kann leicht geliefert werden, daß aus Leim keine Gewebe gebildet werden. Die Bildung von Geweben geſchieht doch vollkommen, ohne daß eine Spur von Leim in der Nahrung vorkommt, z. B. bei den Vögeln, welche ſich von Körnern nähren, bei den wiederkäuenden Thieren ꝛc., und beim Genuß von Leim oder leimgebendem Gewebe (z. B. bei den fleiſchfreſſenden Thieren) wird daher wohl keine Bildung von Geweben durch den Leim ſtattfinden. Die Gewebe einer Kuh und eines Löwen dürften aus denſelben Stoffen entſtehen.

Werden nun kein Leim oder leimgebende Gewebe unter den Nahrungsmitteln gefunden, ſo ſind das Protein, der Zucker ꝛc. die einzigen Quellen von Stoffwechſel in den abſcheidenden Organen, den Lungen, Nieren ꝛc.; Quellen von geſtörtem chemiſchen Gleichgewicht, wodurch Wirkſamkeit in den Formbeſtandtheilen des Organismus aufgeweckt werden muß, wodurch für dieſen ein Reiz zu Stande gebracht wer-

den muß, damit sie darauf reagiren. Auf diesen Reiz reagiren alle Formbestandtheile in größerem oder geringerem Maaße, auch alles was aus Bindegewebe gemacht ist.

Werden aber Leim oder leimgebende Gewebe unter den Nahrungsmitteln gefunden, und werden diese zerlegt — so wie sie es werden — dann sind sie zum Theil im Stande, Quellen von Wirksamkeit zu sein, diesen Reiz den Formbestandtheilen zu liefern, denn sie sind im Stande der Umsetzung begriffen, und was darin im normalen Zustande begriffen ist, ist nach seiner Art Quelle von Wirksamkeit, und also Nahrung.

Während also aus Leim ebenso wenig Gewebe entstehen, wie aus Zucker oder Amylum, kann der Leim, da er umgesetzt wird, gleiche oder andere, aber in jedem Falle Dienste von Nahrungsmitteln im Organismus verrichten, also Nahrung heißen.

Daß er nichts schädliches hervorbringt, ist durch die Erfahrung bewiesen; daß er die Wirksamkeit des Organismus unterhält, ebenfalls. Und diente der Leim auch allein, um, ohne einigen anderen Stoffverbrauch nöthig zu machen, die Nieren in Wirksamkeit zu halten; diente er auch nur, um die sogenannte Herstellung von leimgebendem Gewebe in dem Organismus minder nothwendig zu machen, er würde dann noch Nahrung heißen müssen. Er muß so heißen, weil er wesentliche Verrichtungen unterhält.

Vom Zucker läßt sich gegenwärtig keine vollständige Rechenschaft in dem Organismus ablegen; daß man dies von Leim ebenso wenig kann, darin liegt kein Grund, die Erfahrung, daß Leim für den Organismus vortheilhaft ist, zu läugnen, denn dann müßte man dies vom Zucker gleichfalls thun.

Absichtlich habe ich mich hier einer allgemeinen Vorstellung bedient, ohne in einige Besonderheit einzugehen. Was vom Leimgewebe gesagt ist, erleidet Anwendung auf alle

Nahrungsstoffe der zweiten Rubrik, namentlich auf die, welche keine zusammensetzende Theile des Organismus bilden können, die, obschon sie kein Protein enthalten, nicht einen ersten Bestandtheil des Organismus, doch entweder an sich unentbehrlich sind, oder mit anderen zusammentreffen müssen, wenn der thierische Körper gesund bleiben soll.

Was von dem Bindegewebe gilt, gilt auch von Chondrin, von elastischem Gewebe, von allen Geweben ohne Unterschied. Könnten sie in auflösbarem Zustande den Thieren dargeboten werden, sie würden alle zu den Nahrungsstoffen gehören, sie würden durch Unterhaltung des Stoffwechsels Quellen chemischer Umsetzung in dem Blute sein, und das Blut dadurch zu einem wahren Reizmittel machen für die Theile, denen es als Ernährungsflüssigkeit zugeführt wird.

Es giebt noch einen zweiten Charakter, worin diese Körper auftreten, nämlich als Stoffe, die die Herstellung der Formbestandtheile, welche aus denselben bestehen, weniger nothwendig machen, und dieser Dienst ist ein nicht minder wichtiger, wie der erstgenannte.

Wären uns alle diese Stoffe bekannt, die ohne Zweifel in großer Anzahl in thierischer Nahrung vorkommen, sie würden eine besondere Rubrik ausmachen, welcher sicher ein wichtigerer Platz wie dem Zucker und Amylum würde zuerkannt werden müssen, und man könnte sie Stoffe nennen, welche die Herstellung der Gewebe minder nothwendig machen.

Ich kann dies noch näher erläutern durch das, was bei einer Krankheit geschieht. Bei einem continuirlichen Fieber, wo Genuß von Nahrung unmöglich oder unrathsam ist, vermagert der Kranke; Fett, Muskelfasern, Bindegewebe, viele Gewebe mit einem Worte, nehmen an Masse ab. Warum geschieht dies nicht im gesunden Zustande? Weil durch die Nahrung hergestellt werden kann, was in dem allgemeinen Stoffwechsel begriffen ist, würde man antworten.

Aber so wahr dies ist, so wahr ist es zugleich, daß bei Mangel an Blut und an dem, was zum Blut gehört, die Organe schnell abnehmen, um das fehlende im Blut zu ersetzen, dadurch die Secretionen zu unterhalten, die ihrerseits das Blut erschöpfen, um also wiederum die Gewebe an Masse abnehmen zu lassen. — Die erste Nahrung, welche in der Reconvalescenz genossen wird, dient ohne Zweifel nicht zur Bildung von Geweben, sondern verhindert die fernere Abnahme der Gewebe, macht diese stationär, liefert den abscheidenden Organen, was sie nöthig haben, um in Wirksamkeit zu bleiben. Ebenso Leim, im normalen Zustande des thierischen Organismus demselben als Nahrungsmittel dargeboten.

Ich wiederhole es: Leim oder leimgebendes Gewebe halte ich für fähig, den Stoffwechsel zu unterhalten und nenne sie darum Nahrungsstoffe, aber ich halte sie für nicht geeignet, Gewebe zu bilden, und bringe sie darum nicht in die erste Rubrik.

Wie nun zu erklären, daß die Versuche über das Ernährungsvermögen des Leims solche ungünstige Resultate geliefert haben? Versuche mit organischen Wesen geben keine Resultate, auf die man sich verlassen kann. Die Natur geht ihren eigenen Weg, den die Kunst nicht vollkommen nachahmen kann. Man gebe Leuten von mehr üppiger Lebensweise, die paté de fois gras vertragen können, Speck zu essen und thue dies täglich: der aus diesem Versuch gezogene Schluß, daß Speck für Leute, die schwere Arbeit verrichten, schädlich, und keine Nahrung sei, würde ebenso falsch sein, als daß Gelatine nicht nährt, weil Hunde nicht dadurch genährt werden.

Ich erinnere hier auch zuletzt an die Zersetzungsproducte des Leims, welche früher vorgekommen sind, und die eine innige Verbindung andeuten zwischen Leim und Protein.

Die Stoffe, welche die Hauptmasse des Pflanzenreichs zusammensetzen: Cellulose, Amylum, (Inulin, Flechtenstärke), Pflanzenschleim, Dextrin, Gummi, Zucker in seinen verschiedenen Formen, können als Nahrungsmittel unter einem einzigen Namen begriffen werden, nämlich unter dem von Zucker, und wohl von Fruchtzucker. Alle anderen werden nämlich, indem sie als Nahrungsstoffe in den Magen gebracht werden, in denselben verwandelt. Die Cellulose jedoch nur dann, wenn sie nicht incrustirt und von sehr jungem Gewebe ist: war sie incrustirt, so wird sie in den Excrementen wieder gefunden. Aber von jungen Pflanzen wird sie bei der Verdauung in Dextrin und Fruchtzucker verwandelt. Ebenso das Amylum und alle amylumartige Körper; das Dextrin, in Pflanzen oft so reichlich vorhanden, und ebenso der Rohrzucker. Was aus dem Milchzucker wird, ist nicht gut bekannt; er scheint sich in so fern an Pectinsäure anzureihen, als beide durch Einwirkung von Salpetersäure Schleimsäure geben: $C_{10}H_6O_8$, eine Säure, welche auch ein Product der Einwirkung von Salpetersäure auf arabisches Gummi ist. Ueber die Art, wie Milchzucker bei der Verdauung umgesetzt wird, ist nichts bekannt, obschon es wahrscheinlich ist, daß er in Fruchtzucker verwandelt wird. Arabisches Gummi ist anerkannt nährend, und soll eben so wie Pflanzenschleim in Dextrin und Fruchtzucker verändert werden; eine Digestion mit Salzsäure verwandelt es rasch darin. — Schmidt hat (Scheik-Onderz., Deel III, p. 29) bewiesen, daß Pflanzenschleim durch Behandlung mit verdünnten Säuren in Traubenzucker umgesetzt wird.

Was die Pectose betrifft, so wird darüber unten bei der Verdauung gehandelt.

Daß Milchzucker eine sehr gute Nahrung ist, lehrt uns der Säugling; daß Pectose es gleichfalls ist, das Ernährungsvermögen von Aepfeln, Birnen, Knollen und Wurzeln. Auch das arabische Gummi wird als Nahrung benutzt.

Die Speiseverarbeitung hat daher beim Verbrauch von Cellulose, Amylum, Dextrin, Rohrzucker, Milchzucker, arabischem Gummi, Pflanzenschleim, diese Stoffe zu katalysiren, wie es gegenwärtig heißt, d. h. ihre Elemente anders anzuordnen, wozu der Magensaft im Magen bei 37°,5 binnen wenigen Stunden ebenso im Stande ist, wie verdünnte Schwefelsäure außer dem Magen bei einer höheren Temperatur alle diese Stoffe in Fruchtzucker umsetzt. Dieser Vorgang ist ein bloßer chemischer Prozeß*).

Ist nun Fruchtzucker im Blute enthalten, und wenn dies ist, wozu dient er? Daß er im Blute ist, mag angenommen werden**). Wozu er dient, ist leicht zu sagen, aber nicht leicht zu beweisen. Natürlich dient er für hunderte Endzwecke von den tausenden, die in dem Organismus erreicht werden müssen. Darüber kann gegenwärtig nicht verhandelt werden. Genug, daß er ein Körper ist, der äußerst leicht Sauerstoff aufnimmt, nachdem er erst in Glucinsäure verwandelt wurde, so daß er Kupferoxydsalze in Oxydul verändert, Blei-, Silber- und Queckſilbersalze zu Metall reducirt und dabei selbst in Ameisensäure übergeht. Im Blut, durch die Lungen mit Sauerstoff in Berührung, wird er daher in Kohlensäure und Wasser verändert werden, unter Aufnahme von Sauerstoff; aber er muß auch außer den Lungen anderen Stoffen Sauerstoff entziehen, so wie er dies in einem gläsernen Kolben bei Digestionstemperatur mit essigsaurem Blei- oder weinsteinsaurem Kupferoxyd thut. Er ist daher einer der Stoffe im Körper, durch welchen die Desoxydationserscheinungen hervorgebracht werden können, deren so viele im Organismus vorkommen, während er dadurch in den Ameisen in Ameisensäure zerfällt, und bei anderen Thierarten andere noch unbekannte Producte giebt.

*) S. unten Speichel, Magensaft, Verdauung.
**) S. Verdauung und Blut.

Erſt am Ende ſeiner Zerſetzung giebt er Kohlenſäure; aber dies lehrt uns nicht, welche Function er in dem Organismus erfüllt außer den Lungen, und dieſe zu kennen iſt jetzt wichtiger als auf's Neue zu hören, daß Sauerſtoff in die Lungen aufgenommen und Kohlenſäure und Waſſer aus organiſchen Stoffen gemacht und ausgetrieben werden, denn dies weiß man ſeit Lavoiſier.

Wir dürfen daher nicht ſagen, daß wir den Dienſt kennen, den der Zucker oder die zuckerbildenden Materien als Nahrungsſtoffe erfüllen, obſchon wir ſicher wiſſen, daß ein Theil des Zuckers oder vielleicht alle ſeine Elemente am Ende als Kohlenſäure und Waſſer ausgetrieben werden. Es würde ſich damit verhalten, wie wenn wir zu wiſſen wähnten, welche Dienſte eine eingehüllte Dampfmaſchine leiſtet, wie alle ihre Theile unter einander in Verbindung ſtehen, wenn wir wüßten, daß Steinkohlen in den Feuerheerd gebracht, und Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak aus dem Schornſtein entwickelt werden. Bei dieſer Kenntniß würden wir ſelbſt nicht wiſſen, was in dem Feuer geſchieht, wie die Elemente erſt wechſeln, bevor ſie Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak bilden. Aber wenn wir dies auch wüßten, ſo wären uns doch alle die Wirkungen unbekannt, die vom Feuer auf den Dampf, von dieſem auf die Bewegung des Kolbens und den daran befeſtigten Balancier ausgeübt werden, und wir hätten noch keinen Begriff von den äußerſten Dienſten, welche die Dampfmaſchine vollbringt. Eine Erklärung der Erſcheinungen der Natur umfaßt nicht bloß das Berühren der äußerſten Glieder der großen Kette, ſondern erfordert, daß die ganze Kette im Zuſammenhang betrachtet werde. Weiſen wir lieber auf die Beſchränktheit unſerer gegenwärtigen Kenntniß hin, als daß wir wähnen die Natur ſchon ganz erklärt zu haben, wenn wir eine Ein- und eine Ausgangslehre aufgebaut haben.

Zu den aufgezählten Nahrungsſtoffen gehört ferner die

Milchsäure, ein Körper, welcher das Loos des Leims hat theilen müssen, von den allgemeinen Nahrungsstoffen ausgeschlossen zu werden. Unlängst ist die Milchsäure jedoch wieder in den Muskeln nachgewiesen*), und daher auch im Blute; es ist daher alles, was Liebig früher mit so viel Kraft davon geläugnet hat, wieder durch ihn als wahr erklärt. Ich stehe nicht an, wegen ihres allgemeinen Vorkommens in recht nützlichen Nahrungsstoffen, im Sauerkohl und anderen sauer gewordenen Pflanzentheilen, im Brabanter und anderen Biersorten ꝛc., der Milchsäure einen Platz unter den Nahrungsstoffen zu geben. Diese Säure $C_6H_{10}O_5$ hat die Zusammensetzung von Amylum $C_{12}H_{20}O_{10}$, Zucker ꝛc., und wird darum, nach den Versuchen von Pelouze und Gelis, so leicht, unter dem Einfluß von Casein, aus dem Zucker gebildet.

Hinsichtlich der Pflanzensäuren und anderer Stoffe, die unter die Nahrungsstoffe aufgenommen worden, befinden wir uns noch gänzlich im Dunkeln. Wir wissen nur, daß sie zersetzt werden und am Ende Kohlensäure und Wasser geben**) Gleichwohl verdienen sie Aufmerksamkeit und dürfen im Ganzen nicht als für den gesunden Organismus gleichgültige Bestandtheile übergangen werden. Wohl kann der Mensch ohne sie leben; wohl sehen wir die meisten Thiere leben, ohne etwas von diesen Stoffen zu genießen, woraus

*) Liebig in Compt. rend., Bd. 24, p. 195.

**) Als allgemeines Resultat von Versuchen von Wöhler, die mit Salzen von organischen Säuren angestellt wurden, hat sich ergeben, daß der Harn von diesen als Speisen genossenen Salzen in der Regel nichts enthält, aber in dem Maaße, wie diese Salze gegeben werden, einen Gehalt an kohlensaurem Alkali annimmt. Leveran und Millon (Ann. de Chim. et de Phys., Oct. 1844, p. 135) haben diesen Gegenstand auf's Neue untersucht, und gefunden, daß von 268 Malen, wo sie Kranken weinsteinsaures Kali und Natron gegeben hatten, der Urin 175 mal alkalisch, 6 mal neutral und 87 mal sauer war. Man kann nach Willkühr dieses Salz durch den tractus intestinalis austreiben lassen, oder es aufschlürfen und den Harn alkalisch werden lassen, je nachdem man die Mengen des Seignettesalzes abändert.

also folgt, daß sie zur Unterhaltung des thierischen Organismus nicht nothwendig sind. Aber vom Standpunkt der Nothwendigkeit aus betrachtet man die Ernährung und die Nahrungsmittel einseitig. Eine gute physiologische Chemie muß lehren, wie jeder der mannigfachen, in Pflanzen und Thieren vorkommenden Stoffe im Organismus verändert wird und sich nicht bloß auf die allgemeinen Gegenstände beschränken.

Hinsichtlich des Alkohols ist die Meinung allgemein, daß er unter die Nahrungsmittel gehört. Diejenigen, welche die Ernährung im Sinne von Stoffverbrauch auffassen, sollten den Alkohol nicht als Nahrungsmittel anerkennen, denn diese Flüssigkeit verdampft, ebenso wie Aether, alsbald wieder durch die Lungen. Es ist Alkoholgeruch, welcher von einem Trinker ausgeht, so wie es Aethergeruch ist, welcher von Jemandem ausgeht, den man Aether hat einathmen lassen oder dem man Aether in den Magen oder selbst in das intestinum rectum gebracht hat. Nach Verdampfung des Aethers ist die Wirkung zugleich beendet; nach Verdampfung des gebrauchten Alkohols, die länger anhält, gleichfalls.

Es ist unmöglich zu behaupten, daß von dem gebrauchten Alkohol oder Aether nichts umgesetzt wird, aber der größte Theil wird nicht umgesetzt und unterliegt daher keinem Stoffwechsel. Es ist ein Reiz für den Organismus, so wie es Campher und arsenige Säure sind, und geistige Getränke sind daher nicht unter die eigentlich sogenannten Nahrungsmittel aufzunehmen.

In den letzten Jahren hat man in Liebig's Fußstapfen der Lehre von der Ernährung und der Nahrung einen ganz eigenthümlichen Charakter gegeben, einen Charakter, den ich verderblich nennen muß, der die Physiologie in eine Rückwärtsbewegung gebracht hat, und uns sehr viel Schein, dagegen beinahe kein Wesen aufgeliefert hat. Man hat namentlich eine

gewiſſe Ein- und Ausgangslehre aufgebaut, und in dieſer Lehre nicht bloß begriffen, was Nahrung und Ernährung betrifft, ſondern auch allen Stoffwechſel, alle Morphologie, jede Function dadurch aus der Erklärung verdrängt. Nahrung iſt nach dieſer Lehre Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff, Sauerſtoff, Schwefel und Phosphor, Kalk, Magneſia ꝛc. Genährt werden iſt ſo viel von jedem Stoff aufnehmen, wie aus dem Körper herausgeht. Gehen z. B. durch Athemholen und Faeces und den Harn in 24 Stunden $\frac{1}{2}$ Kil. C + $\frac{1}{20}$ Kil. H + $\frac{1}{8}$ Kil. N + $\frac{1}{6}$ Kil. O aus dem Körper, ſo wird der Körper ernährt, wenn auf die eine oder andere Weiſe $\frac{1}{2}$ Kil. C + $\frac{1}{20}$ Kil. H + $\frac{1}{8}$ Kil. N + $\frac{1}{6}$ Kil. O in den Mund eingeführt werden; mit einem Worte, der Körper wird genährt, indem nur an Gewicht hergeſtellt wird, was an C, H, N und O ꝛc. aus dem Körper ausgetrieben iſt.

Das Ernährungsvermögen thieriſcher Nahrung hängt nach dieſer Lehre vor Allem von dem Stickſtoffgehalte ab; je größer dieſer iſt, deſto nahrhafter iſt die Nahrung.

Schon oben habe ich erinnert, daß hier das quale in erſter Stelle, und darnach erſt das quantum in Betracht kommen muß. Mit Wiſſenſchaft hat dieſe Lehre denn auch nichts gemein, und ſie iſt, zum Verderben der Phyſiologie, von Vielen begierig aufgenommen.

Ich weiß das Falſche dieſer Ein- und Ausgangslehre nicht deutlicher darzuſtellen, als durch Vergleich mit dem Fall, daß man das, was in einem chemiſchen Laboratorium bereitet und zerſetzt wird, nach den Summen ſchätzen wollte: in einem Jahre werden in demſelben ſo und ſo viel Pfunde Waſſer, Schwefelſäure, Salpeterſäure, Salzſäure, Pottaſche, Kalk, Alkohol, Aether, Holzkohle ꝛc. durch die Thür eingetragen, und gehen ſo und ſo viel Pfunde an Abfällen, Aſche ꝛc., worin ſo und ſo viel Pfunde CaO, KO ꝛc., ſo und ſo viel Pfunde Kohlenſäure, Ammoniak, Waſſer, Schwefelſäure, Chlor ꝛc. enthalten ſind, durch den Schornſtein und in dem Kehrigtfaß nach außen.

Das alles hat mit der eigentlichen Arbeit im Laboratorium nichts gemein, außer daß man, um zu arbeiten, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kali ꝛc. nöthig hat.

Ebenso mit der Lebens-Ein- und Ausgangslehre. Unser Blut bedarf nicht so und so viel C — H — N — O, sondern bestimmte und verschiedene Körper, die daraus zusammengesetzt sind. Und wenn der Stickstoff uns auch in der meist zusammengedrängten Form gegeben wird, das hilft uns darum nicht, weil wir nicht Stickstoff nöthig haben, sondern bestimmte Gruppen von Stickstoff enthaltenden und Stickstoff nicht enthaltenden Körpern; es ist uns um die Gruppen zu thun, nicht um Mengen von Stickstoff, außer in so fern, als Stickstoff erfordert wird, um die Gruppen zu bilden.

Wenn ich eine Sodaseife nöthig habe, und man giebt mir Diamanten, Natrium, Wasserstoff- und Sauerstoffgas, so bin ich in der Unmöglichkeit, Seife zu machen, während ich doch die Elemente besitze, aus denen die Stoffe bestehen, welche zur Seifenbildung nöthig sind. Wenn ich Essigsäure durch Zucker minder sauer machen will, ist es dann dasselbe, indem man mir nur einen der beiden folgenden Stoffe giebt? (C = 75,12).

	Wasserfreier Zucker.		Wasserfreie Essigsäure.	
	At.	ber.	At.	ber.
C	12	47,5	4	47,5
H	18	5,8	6	5,8
O	9	46,7	3	46,7

Es ist wohl zu beklagen, daß in unserer Zeit solche Beispiele benutzt werden müssen, um das Mißleitende einer gewissen neuen Richtung, womit die Chemie die Physiologie verstümmelt, ans Licht zu bringen.

Marchand und Lehmann haben in ihren Werken (S. 370 und 81) über physiologische Chemie die Lehre der

Ernährung in einem recht deutlichen Sinne aufgefaßt; ich verweiſe den Leſer darauf. Wir müſſen die neue Ein- und Ausgangslehre ganz fahren laſſen und zu der alten Methode von Gmelin und Tiedemann zurückkehren.

Während die Chemie bis vor einigen Jahren die Veränderungen der organiſchen Gruppen in einander zu verfolgen ſuchte, man ſich z. B. erfreute an Entdeckungen wie die Verwandlung des Amylums in Dextrin und in Zucker, und vielen von dieſer Art; während die Phyſiologie dieſe Entdeckungen dankbar aufnahm, wie z. B. die ſchöne Entdeckung von Wöhler über die künſtliche Erzeugung des Harnſtoffs, haben viele angefangen, dieſen einzig wahren Weg ganz zu verlaſſen und der Nahrung keinen anderen Begriff beizulegen, als den von Stoffverbrauch. Seit dieſer Zeit ſind viele phyſiologiſche Werke mit poetiſchen Formeln angefüllt, in denen man mit der Feder conſtruirt, was die Natur niemals conſtruirt hat und niemals conſtruiren wird; welches Werk der Feder daher auch mit einer Wiſſenſchaft der Natur nichts gemein hat; eine Wiſſenſchaft der Feder möge es heißen. Aus Protein und Amylum, aus Sauerſtoff und Waſſer wird alles aufgebaut; es werden in großer Anzahl Elementaranalyſen gemacht von Nahrungsmitteln, von Excrementen und Urin, die Menge Kohlenſäure, die durch die Lungen herausging, beſtimmt, und ſtimmte dies, wie es ſtimmen muß bei ſolchen Verſuchen, ſo war eine Ernährungslehre gegeben, und wenn man auch keinen Schweiß, keine Zunahme von Haaren und Nägeln, keine Thränen, keine Menſtruation oder Samen in Betracht gezogen hatte. Derjenige, welcher chemiſche Formeln zuerſt ſo mißbrauchte, warnte vor dieſem Gebrauch, gab aber inzwiſchen neue*). Mit einer grenzenloſen Unkunde in allem, was die lebende Natur betrifft, z. B. dadurch, daß man dem Blute und den

*) Liebig in Thierchemie, 1846. S. 230 und 91 u. f.

Muskeln dieselbe Zusammensetzung beilegt*), daß man von plastischen Nahrungsmitteln und von solchen zum Athemholen spricht; mit Mißachtung aller chemischen Regeln, indem man z. B. Pflanzenzellen und Gefäßen, die mit Eiweißstoff durchwebt sind, den Namen Pflanzenfibrin giebt, und tausend andere Beispiele mehr; dadurch, daß man aus sich einander nähernden Analysen, bei denen Schwefel und Phosphor nicht berücksichtigt wurden, auf Identität schließt, wird die Physiologie verpfuscht, wird eine Umkehrung in dieser schönen Wissenschaft zu Stande gebracht, wobei sie wähnt den Stoffwechsel vollkommen zu kennen, während unsere Kenntniß darin nicht einen Schritt weit vorwärts gerückt ist. Alles, was wir gelernt haben, würde von Werth sein für Kaufleute in C, H, N, O; für die Kenntniß von dem Wechsel der organischen Gruppen — und das ist allein Stoffwechsel in der Physiologie von Pflanzen und Thieren — lehrt dies alles nichts.

Man sehe hier einige der mannigfachen Gruppen, die dazu dienen können, diese Lehre ans Licht zu bringen**):

1 At.	Caffein . . .	$C_8 H_{10} N_4 O_2$	
9 »	Wasser . . .	H_{18}	O_9
9 »	Sauerstoff . .		O_9
2 At.	Taurin	= $C_8 H_{28} N_4 O_{20}$	

1 At.	Asparagin . .	$C_8 H_{16} N_4 O_6$	
6 »	Wasser . . .	H_{12}	O_6
8 »	Sauerstoff . .		O_8
2 At.	Taurin	= $C_8 H_{28} N_4 O_{20}$	

*) Ich kann mit demselben Recht sagen: London ist in der Zusammensetzung gleich mit Paris.

**) Liebig in organ. Chem. in ihrer Anwendung auf Physiol. und Pathol. 1842. S. 184.

1 At.	Theobromin	$C_{14}H_{20}N_{12}O_4$			4 At.	Taurin	$C_{10}H_{30}N_8O_{40}$
22 »	Waſſer . .	H_{44}	O_{22}	=	1 »	Harnſtoff	$C_2H_8N_4O_2$
16 »	Sauerſtoff		O_{16}				
		$C_{18}H_{64}N_{12}O_{46}$					$C_{18}H_{64}N_{12}O_{42}$

oder

1 At.	Theobromin	$C_{14}H_{20}N_{12}O_4$			4 At.	Taurin . .	$C_{10}H_{30}N_8O_{40}$
24 »	Waſſer . .	H_{46}	O_{24}	=	2 »	Kohlenſäure	C_2 O_4
16 »	Sauerſtoff		O_{16}		2 »	Ammoniak	$H_{12}N_4$
		$C_{18}H_{60}N_{12}O_{44}$					$C_{18}H_{60}N_{12}O_{44}$

oder

1 At.	Theobromin	$C_{14}H_{20}N_{12}O_4$			2 At.	Taurin . .	$C_8H_{20}N_4O_{36}$
8 »	Waſſer . .	H_{16}	O_8	=	1 »	Harnſäure	$C_{10}H_8N_8O_6$
14 »	Sauerſtoff		O_{14}				
		$C_{18}H_{36}N_{12}O_{26}$					$C_{18}H_{36}N_{12}O_{26}$

Und um das Trügliche dieſes Spiels mit Formeln noch deutlicher ins Auge fallen zu laſſen:

Dies will alſo ſagen, daß, wenn die Elemente von Protein und Amylum ſich bei Gegenwart von Sauerſtoff und Waſſer neben und mit einander umſetzen, wir als Producte dieſer Umſetzung Harnſtoff, Cholеinſäure, Ammoniak und Kohlenſäure, und außer dieſen kein anderes Product erhalten.

Die Elemente von:

5 At.	Protein		9 At. Cholеinſäure
15 »	Amylum	=	9 » Harnſtoff
12 »	Waſſer		60 » Kohlenſäure
5 »	Sauerſtoff		6 » Ammoniak

Es ſind nämlich:

5 At.	Protein	= 5	$(C_{40}H_{72}N_{12}O_{14})$	=	$C_{240}H_{360}N_{60}O_{70}$			
15 »	Amylum	= 15	$(C_{12}H_{20}$	$O_{10})$	=	$C_{180}H_{300}$	O_{150}	
12 »	Waſſer	= 12	$(H_2$	$O)$	=	H_{24}	O_{12}	
5 »	Sauerſtoff	= 5		(O)	=		O_5	
					in Summa	$C_{420}H_{684}N_{60}O_{237}$		

$$= \begin{cases} 9 \text{ At. Choleinsäure} = 9\,(C_{38}H_{66}N_6O_{11}) = C_{342}H_{594}N_{54}O_{99} \\ 9 \text{ » Harnstoff} = 9\,(C_2H_4N_4O_2) = C_{18}H_{72}N_{36}O_{18} \\ 60 \text{ » Kohlensäure} = 60\,(C\ O_2) = C_{60}\ O_{120} \\ 6 \text{ » Ammoniak} = 6\ (H_3N) = H_{18}N_6 \end{cases}$$

$$C_{420}H_{684}N_{96}O_{237}\ ^*)$$

Ich nenne dieſe Lehre verderblich; wer dies ſchrieb, wußte ſehr wohl, daß von dieſem Allen kein Wort wahr iſt. Man bekommt keinen Harnſtoff, keine Choleinſäure neben Kohlenſäure und Ammoniak, wenn Protein und Amylum ſich bei Gegenwart von Sauerſtoff und Waſſer umſetzen. Man bekommt etwas auf dem Papier und nichts anderes.

Selbſt die Grundlage aller dieſer Formeln iſt ganz und gar falſch; die Formel von Protein iſt nicht $C_{48}H_{72}N_{12}O_{14}$; eine Choleinſäure giebt es nicht; Taurin enthält Schwefel; Theobromin iſt $C_{14}H_{16}N_8O_4$ **). Es iſt alſo von allen dieſen unglücklichen Speculationen kein Wort wahr; kein nützlicher Gebrauch davon in der Welt zu machen, ſelbſt wenn die Grundlage auch richtig wäre; die Natur weiß von allem dieſen nichts; es ſind Hirngeſpinnſte an die Stelle von Wiſſenſchaft geſtellt.

So hat man die Lehre der Natur verſtümmelt und die Menſchen ſind gutmüthig genug geweſen, die Verſtümmlung als Vernunft aufzunehmen. Es iſt mehr als Zeit, daß wir unſere Augen öffnen; ich warne darum mit eben ſo viel Nachdruck dagegen, wie ich warnte vor dem künſtlichen Dünger. Kehrten wir nicht eiligſt um, wie wir es zum Glück thun, ſo würden wir alsbald keine Phyſiologie mehr beſitzen, und die trefflichen Schätze von Wahrnehmungen, durch ſo viele ausgezeichnete Männer unſerer Zeit geſammelt, würden nur im verſtümmelten Zuſtande den Nachkommen überliefert werden, oder mit ſo viel Unwiſſenſchaft-

*) Liebig in organ. Chem. in ihrer Anwendung auf Phyſ. und Pathol. 1842, S. 156.

**) Glaſſon in Ann. der Chem. und Pharm., März 1847, S. 338.

lichem durchwebt ſein, daß es mühſam ſein würde, das Flittergold von dem Golde zu ſcheiden. Doch, die Gefahr iſt zum Glück vorüber.

Dies iſt mein Urtheil über das Verderben, in welches Liebig die Wiſſenſchaft der lebenden Natur geſtürzt hat. Wer Liebe hat zur Wiſſenſchaft, und ſie ſo verſtümmelt werden ſieht, ſpricht ohne Zurückhaltung ſein Urtheil aus*).

Der Leſer wird daher das Folgende nicht auf der Höhe dieſer Scheinwiſſenſchaft finden. Und wo er in dieſem Buche von dem Uebel der gegenwärtigen Wiſſenſchaft, woran wir alle mehr oder weniger leiden, das eine oder andere antreffen ſollte, er wiſche es aus, denn Wiſſenſchaft iſt es nicht. Ich ſelbſt war dann und wann der Spielball dieſer (begoocheling); aber ſeit ich meine Augen geöffnet habe, ſehe ich ſie mehr und mehr, und ſchäme mich darüber, daß ich auch hin und wieder in dieſen Strudel gekommen bin.

Die Ernährungslehre ſei alſo: die Lehre von der Veränderung der organiſchen Gruppen von den Nahrungsmitteln an, durch alle Formen hin, die ſie in dem Organismus annehmen, bis ſie zum Schluß aus demſelben hinausgeführt werden. Dieſe Lehre iſt noch unvollkommen, und wird mit der Feder nicht aufgebaut.

Abgeſchiedene Flüſſigkeiten, die auf die Umſetzung der Speiſen von Einfluß ſind.

Die Natur bringt zwar einige Stoffe hervor, welche, ohne einige chemiſche Veränderung zu erleiden, in Beſtand-

*) Ich ſchrieb im oben angeführten Sinne in einem Briefe an Liebig am 23. December 1844, aber mein Rath, die unglückſelige Richtung fahren zu laſſen, half nicht. Dies zur Rechtfertigung meines gegenwärtigen offenen Schreibens. Niemand halte dies daher für eine Folge des ſchwefelfreien Proteins; denn, ich wiederhole es nochmals: ich ſchrieb ihm über die Ein- und Ausgangslehre freundſchaftlich am 23. December 1844, alſo vor drittehalb Jahren.

theile des Thieres, welches durch dieſelben genährt wird, übergehen, dieſe müſſen aber doch aufgelöſt werden, in ſo fern ſie nicht aufgelöſt ſind; denn ohne Auflöſung keine Bildung guter Nahrungsſtoffe. Aber es giebt andere Nahrungsmittel, an denen viel mehr zu ändern iſt; ſie müſſen durch Flüſſigkeiten ausgezogen werden; das Unaufgelöſte bleibt als wirkungslos zurück, das Aufgelöſte muß zuweilen chemiſch umgeſetzt werden. Andere, die unlöslich ſind, müſſen erſt auflöslich werden, und darnach und dabei eine ähnliche Umſetzung erleiden. Im thieriſchen Organismus ſind die Mittel hierzu vorhanden, und es iſt nöthig, dabei ſtill zu ſtehen, wenn ein wahres Fundament für unſere Kenntniß von Ernährung gelegt werden ſoll. Endlich giebt es einige Stoffe, unter den Speiſen und Getränken vorkommend, die einer Verdünnung bedürfen, die, ſo wie ſie ſind, ins Blut treten, die aber, an ſich zu ſtark, wäſſerige Flüſſigkeiten im Organismus antreffen, ohne welche ſie tödlich ſein würden; hierzu gehören die geiſtigen Getränke, und ſelbſt die Weine.

Speichel.

In der Mundhöhle wird, vorzüglich während des Kauens, eine große Menge einer dünnen wäſſerigen Flüſſigkeit ausgeſondert*). Dieſe Flüſſigkeit, Speichel genannt, wird mit

*) Bei der Bearbeitung dieſes Theils der phyſiologiſchen Chemie hatte ich gehofft, ebenſo die mikroſkopiſche Unterſuchung mit der chemiſchen zu vereinigen, wie dies in der Geſchichte der elementaren Formen (Hauptſtück VII) geſchehen iſt; es war hier noch viel mehr nöthig, wie dort. Aber wenn irgend etwas mühſam und zeitraubend iſt, ſo iſt es ſolch eine Unterſuchung, wobei man die Producte der abſcheidenden Organe mit Reagentien mikroſkopiſch zu ſtudiren wünſcht. So ſehr ich nun meine, daß die Wiſſenſchaft gegenwärtig nichts mehr nöthig hat, als dies, daß man wenigſtens den Grund dazu zu legen hat, endlich einmal die Verbindung zu finden zwiſchen dem, was hervorbringt und was hervorgebracht wird, ſo kann ich gleichwohl zu dem, was in dieſem Sinne ſchon durch Andere geſchehen iſt, nichts hinzufügen, was man nicht wohl entbehren kann. Ich habe es darum zurückgehalten, und muß mich in dem, was über Secrete

dem Schleim der Mundhöhle gemengt und den Speisen zugetheilt. Es tritt also nach dem Kauen ein inniges Gemenge der genossenen fein zertheilten Speisen mit Speichel und Mundschleim in die Speiseröhre.

Der Schleim der Mundhöhle, aus besonderen runden Zellen bestehend, ist mit Epitheliumzellen durchmengt. Sie sind große platt gedrückte Zellen, die in großer Menge abgestoßen werden, und, sich anhäufend, die Belegung auf der Zunge geben, und als krankhafte Producte, unterstützt von solchen, die tiefer abgestoßen wurden, von Gallenschleim ꝛc., eine ansehnliche Masse ausmachen können, so daß sie schädlich werden. Sie machen dann zusammen einen großen Theil der Faeces aus, die oftmals in andauernden Krankheiten viele Tage hinter einander ausgetrieben werden.

Für die Kenntniß der chemischen Veränderung der Speisen bei ihrer Verarbeitung ist dieser Schleim wahrscheinlich von keinem Werthe (s. über denselben S. 248 und 545).

Der Speichel, durch die Speicheldrüsen abgeschieden, ist, obschon noch nicht in seinem ganzen Einfluß auf die Verdauung bekannt, sicher von Einfluß auf dieselbe. In einigermaaßen größerer Menge angesammelt und nach einer Ruhe von einiger Zeit, zeigt sich der hellere wasserartige Speichel als oberste Schicht über einer zweiten oder unteren, die den Schleim enthält, und von welcher die obere Schicht durch ein Filter getrennt werden kann. Die wässerige Flüssigkeit enthält nach Berzelius 0,717 Procent feste Bestandtheile. Diese bestehen aus extractartigen Stoffen, Kochsalz, Natron, ein wenig Schleim und einem eigenthümlichen, in

---

folgt, zu meinem Leidwesen auf die Stoffe beschränken, wie sie vorkommen, ohne die Frage ausführlich aufzuwerfen: wie sind sie zu Stande gekommen?

Da ich nun an dem mikroskopischen Bau der abscheidenden Organe selbst nichts Wichtiges wahrgenommen hatte, was nicht viel besser schon von anderen aufgezeichnet ist, so habe ich es für besser gehalten, dies ganz zu übergehen, eben so wie die mikroskopische Untersuchung der abgeschiedenen oder anderer Stoffe, die im Folgenden vorkommen sollen.

Alkohol unlöslichen, in Waſſer löslichen, durch Wärme nicht gerinnenden, durch Galläpfeltinctur, Sublimat, Bleieſſig nicht fällbaren Stoff, welcher Speichelſtoff genannt wird, und welcher die kleinere Hälfte der feſten Beſtandtheile des Speichels ausmacht. Tiedemann und Gmelin fanden außerdem ein phosphorhaltiges Fett, Chlorkalium, milchſaures Kali, Schwefelcyankalium, ſchwefelſaures Kali, Phosphate und Carbonate darin.

Der Speichelſtoff (Ptyalin) iſt die Urſache des Geruchs des Speichels; derſelbe wird durch Alkalien ſchwächer, durch Säuren ſtärker. Der Speichel iſt geſchmacklos, ſo lange er im Munde iſt, aber nachdem er einige Zeit der Luft ausgeſetzt geweſen iſt, wird er ſalzartig. Der Speichel des einen Menſchen iſt für den anderen durchgehends nicht geſchmacklos, und es ſcheinen daher beim Speichel von verſchiedenen Perſonen hinſichtlich ſeiner chemiſchen Natur Verſchiedenheiten zu beſtehen, Verſchiedenheiten, die mit der Speiſeverarbeitung und mit der ganzen Natur des Körpers, dem er angehört, in Verbindung ſtehen müſſen, wovon aber die Wiſſenſchaft gegenwärtig noch nicht die mindeſte Rechenſchaft geben kann. Ebenſo ſoll der Speichel von verſchiedenen Thierarten eine noch viel größere Verſchiedenheit darbieten, und hat die Erfahrung, namentlich die von Wright*), einen ſehr großen Unterſchied ans Licht gebracht zwiſchen Speichel in verſchiedenen Zuſtänden des menſchlichen Organismus. Ich verweiſe den Leſer auf dieſe ſchöne Monographie.

Der Speichel wird beim Menſchen zu einigen Unzen täglich abgeſchieden, und während des Kauens ſehr vermehrt; wiederkäuende Thiere haben die Speicheldrüſen in anſehnlichem Maaße entwickelt, nicht kauende Thiere beſitzen kleine oder keine Speicheldrüſen. Beim Menſchen reagirt er ſchwach

*) Der Speichel in phyſiologiſcher, diagnoſtiſcher und therapeutiſcher Beziehung. Wien 1846.

alkalisch, eine Reaction, die jedoch verschieden ist*); während der Speiseverarbeitung scheint er stärker alkalisch zu reagiren, und zuweilen, in gewissen Zuständen des Organismus, scheint er neutral, selbst sauer zu sein, letzteres bei langem Fasten bei Gesunden und bei einigen Krankheitszuständen.

Das Ptyalin oder der Speichelstoff wurde von Berzelius abgeschieden, dadurch, daß abgedampfter Speichel mit Alkohol ausgezogen, der Rückstand mit Essigsäure gesättigt und dann wieder mit Alkohol behandelt wurde. Es bleiben dann Schleimkügelchen und Ptyalin zurück. Von Wasser wird der Speichelstoff aufgelöst; die Lösung wird durch Bleiessig, Sublimat und Galläpfeltinctur nicht niedergeschlagen. Bird hält diesen Stoff für Eiweiß; dieses wird indeß durch die genannten Stoffe niedergeschlagen, und ist daher der Speichelstoff von Berzelius nicht. Wright filtrirt den Speichel, dampft ab und zieht das Zurückbleibende mit Aether aus, wovon der Speichelstoff mit Fett aufgelöst wird; durch Verdampfen dieser Lösung und Behandeln des Rückstandes mit Wasser erhält man eine Auflösung von Speichelstoff. Er ist in Alkohol, Aether, ätherischen Oelen und Wasser auflöslich, reagirt neutral.

Eine Schwefelcyanverbindung, wahrscheinlich Schwefelcyankalium, ist von Tiedemann und Gmelin und in neuerer Zeit noch von Pettenkofer im Speichel angedeutet. Durch Eisenoxydsalze entdeckt man sie leicht im Speichel von Menschen, Pferden, Hunden, Schaafen und wahrscheinlich im Speichel der meisten Thiere, die vielen Speichel besitzen.

Eiweiß, oder doch wenigstens eine durch Wärme coagulirbare Materie, die sich wie Eiweiß verhält, kann man aus filtrirtem und erwärmtem Speichel in einiger Menge

*) Man kann sich davon leicht überzeugen, indem man zu verschiedenen Zeiten Schwefelblumen in den Mund nimmt. Man hat dann einen sehr verschiedenen Geschmack von Schwefelwasserstoff zu erwarten.

bekommen; etwas mehr, wenn man die alkalische Reaction des Speichels vorher durch eine kleine Menge Salzsäure wegnimmt, oder wenn man durch eine Speichelauflösung Chlor leitet.

Uebrigens kommen, außer den S. 944 aufgeführten Stoffen, noch Seifen von den allgemeinen Fettsäuren des Thieres im Speichel vor.

Die alkalische Reaction des Speichels weist auf ein kohlensaures Alkali, welches bei dem Ueberfluß an Kohlensäure, welchem der Speichel im Munde ausgesetzt ist, nicht einfaches Carbonat sein kann. Bei der Fäulniß wird das Ptyalin zuerst zersetzt, und das Eiweiß giebt alsbald Ammoniak.

Die Analyse des Speichels kann — bei der großen Verschiedenheit, die in dieser Flüssigkeit herrschen muß — nur zu vergleichenden Resultaten führen.

Berzelius fand:

Speichelstoff	2,9
Schleim	1,4
Fleischextract mit milchsaurem Alkali	0,9
Chlornatrium	1,7
Kohlensaures Natron	0,2
Wasser	992,9
	1000,0.

Simon hat eine Analyse von drei Arten von Speichel gemacht*).

	Von einem Menschen.	desgl. bei Speichelfluß.	desgl. von einem Pferde aus dem ductus stenonianus.
Speichelstoff und Extract	4,375	3,600	4,442
Fett und Cholesterin . . .	0,325	6,940	0,120
In Alkohol lösliches Extract	—	4,570	—

*) Berzelius Jahresbericht, Bd. 21, S. 536.

In Waſſer lösliches Extract mit Salzen	2,450	—	7,178
Caſein	—	—	5,422
Albumin	—	7,770	0,601
Schleim	1,400	—	—
Waſſer	991,225	974,120	982,357

Wright fand:

Speichelſtoff	1,8
Fettſäuren	0,5
Chlornatrium und Chlorkalium	1,4
Eiweiß mit kohlenſaurem Natron	1,7
Phosphorſauren Kalk	0,6
Milchſaures Kali und Natron	0,7
Schwefelcyankalium	0,9
Kohlenſaures Natron	0,5
Schleim mit Ptyalin	2,6
Verluſt	1,2
Waſſer	998,1
	1000,0

Aber er fand in verſchiedenen Arten von Speichel eine große Verſchiedenheit.

Enderlin fand, als unorganiſche Stoffe, außer Chlorkalium, Chlornatrium und ſchwefelſaurem Natron, nur phosphorſaure Salze von Natron, Kalk, Magneſia und Eiſen*).

Der Einfluß des Speichels auf die Speiſeverarbeitung iſt ſchon ſeit lange Gegenſtand von Unterſuchungen geweſen; man hat ihm früher indeß oftmals zu viel Einfluß zugeſchrieben, denn die Speiſeverarbeitung geſchieht bei vielen Thieren ohne Speichel, und durchaus nothwendig ſcheint er daher nicht zu ſein, um die Unterſuchung der Speiſen, welche zur Bildung der Blutbeſtandtheile gefordert wird, zu Stande zu bringen; bei Herbivoren und Carnivoren findet man und

*) Ann. der Chem. und Pharm., Bd. 49, S. 317.

vermißt man den Speichel; er fehlt den Fischen; und während er durchaus nicht als eine immer gleiche Flüssigkeit angesehen werden kann, scheint seine Abwesenheit durch Magensaft oder Darmflüssigkeit ersetzt werden zu können.

Was zunächst sein Vermögen betrifft, den Nahrungsstoffen chemische Veränderungen mitzutheilen, so hat Leuchs zuerst bemerkt, daß Amylum durch Speichel in Zucker verwandelt wird, und Schwann und Wright haben dies bestätigt. Mialhe hat die Umsetzung des Amylums durch Speichel zuletzt studirt (Compt. rend. 1846, Nr. 12, 1re série, p. 522). Nach ihm ist im Speichel ein Stoff enthalten, welcher als Diastas anzusehen ist, und wodurch, bei einer Digestion von Speichel mit diesen Stoffen bei 40°, Amylum in Dextrin, dieses in Zucker, und Zucker in Glucose umgewandelt werden kann. Dieser Stoff findet sich nach ihm nicht im Speichelstoff, so wie man diesen gewöhnlich darstellt.

Aber sehr viele andere Stoffe haben dasselbe Vermögen bei der Digestionswärme. Wright sah dabei außerdem eine große Menge Milchsäure, und oftmals auch Dextrin gebildet werden. Brod erlitt eine Veränderung wie Amylum.

Ungebratenes Fleisch wurde bei der Digestionstemperatur in 6 Stunden weich und in eine breiartige Masse verwandelt, und war sauer geworden von Milchsäure.

Ein Fleisch- und Brodbrei wurde, mit Wasser vermengt, durch eine Magenpumpe in den Magen eines Hundes gebracht und Oesophagus und Därme unterbunden. Der Brei zeigte sich nach drei Stunden noch unverändert. Derselbe Versuch, mit einem Fleisch- und Brodbrei angestellt, der mit Speichel angemacht war, zeigte einen gleichartigen Brei, in welchem keine Spur von Fleischfasern mehr zu entdecken war.

Diese Versuche von Wright sprechen sehr zu Gunsten eines Einflusses des Speichels auf die Verdauung; er sah

durch zugefügte Säuren oder Alkalien dieſen Einfluß nicht verſtärkt und durch freie Säuren oder freie Alkalien eben ſo wenig wie durch Schleim allein dieſelbe Auflöſung zu Stande gebracht, welche die Speiſen durch Speichel erlitten. Dadurch iſt denn dem Speichel bei den Thieren, die ſolchen beſitzen, ein weſentlicher Dienſt zuerkannt, und werden die Verſuche von Beaumont, welcher den Einfluß des Speichels bei der Verdauung ganz in Abrede ſtellt, genugſam widerlegt. Der Speichel löſt thieriſche Stoffe, wie Fleiſch, auf, und iſt im Stande, das Amylum die Veränderung erleiden zu laſſen, durch welche es geſchickt wird, als Nahrung zu dienen. Auf andere pflanzliche Nahrungsſtoffe iſt ſein Einfluß noch nicht bekannt.

Daß der Speichel dazu dienen ſoll, die Säure des Magens, welche während der Digeſtion abgeſchieden wird, durch ſein Alkali zu ſättigen, und daß, ſo wie Wright meint, der Speichel während der Digeſtion um ſo mehr alkaliſch wird, je mehr der Mageninhalt ſauer iſt, läßt nothwendig die Frage entſtehen, wozu denn der Speichel alkaliſch und der Magenſaft ſauer iſt. Wenn ſie beide neutral wären, würde derſelbe Zweck erreicht ſcheinen. Aber gern geben wir den Schluß zu, daß eine zu große Menge Magenſäure durch den alkaliſchen Speichel weniger ſauer wird, und daß es alſo ſchmerzhafte Digeſtion oder Indigeſtion geben kann, wenn nach der Mahlzeit der Speichel nicht heruntergeſchluckt, ſondern ausgeworfen wird. — Wenn der Speichel nach dem Genuß von Eſſig wirklich mehr alkaliſch wird, wie dies Wright gefunden haben will, ſo würde dies eine höchſt bemerkenswerthe Thatſache ſein.

Zu dieſen Einzelnheiten, den Einfluß des Speichels betreffend, können noch folgende hinzugefügt werden. Es iſt allgemein erkannt, daß das häufige Auswerfen von Speichel der Geſundheit nachtheilig iſt, Vermagerung hervorbringt, und alſo der Speichel im Ganzen nicht als indifferent be-

trachtet werden kann. Ein directer Beweis, daß der Speichel für die Speiseverarbeitung nützlich oder dazu unentbehrlich ist, liegt indeß nicht darin; denn der nachtheilige Einfluß des Auswerfens des Speichels kann sehr wohl bloß in dem Verlust so vieler unorganischer Stoffe liegen, wie in dem Speichel vorkommen. Wenn in 24 Stunden einige Unzen einer Flüssigkeit ausgeworfen werden, welche ½ Proc. oder mehr unorganische Salze enthält, müssen diese auf andere Weise ersetzt oder es muß eine nachtheilige Wirkung davon auf den Organismus gespürt werden. Darunter sind phosphorsaure Salze, welche in dem gewöhnlichen Trinkwasser nicht vorkommen; es fügen sich Eiweißstoffe und andere organische Körper hinzu, welche, obschon in geringer Menge vorhanden, gleichwohl zu den wichtigsten Bestandtheilen des Organismus gehören.

Was das Schwefelcyankalium betrifft, so ist dessen Dienst ebenso wenig erklärt, wie der des Ptyalins, aber wo überhaupt eigenthümliche Stoffe in einem Secret angetroffen werden, welches beim Eintritt der Nahrungsmittel in den Organismus abgeschieden wird und mit denselben in den Körper tritt, da ist das Vermuthen sehr zu Gunsten des Einflusses dieser Flüssigkeit auf den Organismus, wenn auch die Wissenschaft darüber noch kein Licht giebt. Aber einiges Licht hat sie doch schon darüber verbreitet und sicher genug, um den Speichel nicht als Wasser zu betrachten, welches die Speisen nur befeuchtet, wozu einige Physiologen in unserer Zeit gekommen sind.

Was vor Allem eine Beschwerde bildet bei physiologischen Untersuchungen, ist, daß man in dem Maaße, wie man sich mehr von dem Terrain der Wahrnehmung entfernt und sich auf das des Versuchs versetzt, mehr Gefahr läuft, die Wahrheit nicht zu finden. Und doch, wie soll man zu einiger wissenschaftlichen Kenntniß in der lebenden Natur gelangen, wenn man die Wirkungen nicht isolirt, die Einflüsse

nicht scheidet, nicht aus einem compleren Ganzen jede Besonderheit für sich selbst zu studiren strebt? Will man den Einfluß des Speichels auf die Verdauung kennen lernen, so muß man den bloßen Speichel auf Speisen einwirken lassen und den Veränderungen, die sie erleiden, nachgehen; man muß sogar das Ptyalin und das Schwefelcyankalium und andere Bestandtheile des Speichels jeden für sich, dann zwei und zwei, und so zu dem ganzen Speichel aufsteigend, hinsichtlich ihrer Wirkung untersuchen. Auf diese Art wird Wissenschaft in diese unsere Kenntniß kommen. Aber so kommt der Speichel nicht vor und so wirkt er also auch nicht; solch eine Wissenschaft, die allein Wissenschaft heißen möchte, würde sicher etwas ganz Anderes lehren, wie die Natur im Einfluß des gemengten Speichels, wie er in der Mundhöhle vorkommt, darbietet. Der folgende Versuch kann dies lehren.

Magendie hat (L'institut Nr. 616, 22. Oct. 1845) Versuche mitgetheilt über den Einfluß des Speichels auf die Speiseverarbeitung. Der Speichel der Parotis eines Pferdes konnte Kleister zwischen 40° und 75° nicht in Zucker verwandeln; aber der gemengte Speichel von allen Theilen der Mundhöhle, dadurch erhalten, daß man im Oesophagus eines Pferdes ein Loch machte, dem Thier gut ausgespülte Kleie zu fressen gab und den verschluckten Bissen ausdrückte, hatte diese Eigenschaft bei 40° in hohem Maaße. Die Bestandtheile, welche Magendie im Speichel der Parotis und in dem der ganzen Mundhöhle auffand, verbreiten kein Licht über diesen Unterschied, aber der Unterschied ist belangreich. Durch die Vermengung verschiedener Flüssigkeiten scheint in der Mundhöhle ein Gemenge zu Stande zu kommen, welches anderen Stoffen chemische Umsetzung mittheilen kann. Der Speichel aus der Parotis ist daher kein eigentlicher Speichel; er stellt den Speichel nicht vor, wie er wirklich ist. Eine Analyse von Speichel, die einiges Licht auf die Natur dieser Flüssigkeit verbreiten soll,

muß also auch mit gemengtem und nicht mit reinem Speichel angestellt werden.

Es bleibt daher die Frage, ob das Vermögen des Speichels zu katalysiren, einem Stoff oder einem Gemenge zugeschrieben werden muß; ist es ein Stoff, so lehrt der Versuch von Magendie, daß derselbe nicht durch eine Speicheldrüse, sondern durch Zusammentreten von Allem zu Stande kommt, was zu den abgeschiedenen Flüssigkeiten der Mundhöhle gehört. Das Ptyalin ist dieser katalysirende Stoff nicht, wenigstens nicht allein, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht.

Magendie hat nämlich (Compt. rend. 27 Juillet 1846, p. 189) bekannt gemacht, daß allerlei thierische Körper, mit Amylum gemengt, das Vermögen haben, dasselbe in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Wenn Pancreas, Gehirn, Herz, Lunge, Leber, Nieren, Muskeln ꝛc. fein zertheilt, mit Wasser ausgezogen und dieser Auszug mit Stärke in Berührung gebracht wurde, so verwandelte sich alle Stärke in Dextrin und Zucker; Blut und Blutserum hatten diese Eigenschaft gleichfalls. Der Speichel braucht daher keine eigenthümlichen Stoffe zu enthalten, um diese Umsetzung des Amylums zu Stande zu bringen; sie scheint durch allgemein verbreitete Körper entstehen zu können.

Was wir daher jetzt von dem Speichel wissen, ist, daß in demselben einer oder mehrere allgemein im Körper verbreitete Stoffe organischer Natur vorkommen, die das Vermögen haben, Amylum in Dextrin und Traubenzucker umzuwandeln und die also vermuthlich einen ähnlichen Einfluß auf die dem Amylum verwandten Stoffe, wie Inulin, Cellulose ꝛc. ausüben; daß Proteinverbindungen dadurch wirklich auflöslich gemacht werden können und der Magensaft also in seiner Wirkung durch den Speichel unterstützt wird.

Diese Resultate sind noch näher befestigt worden durch Hoffmann (Haeser's Archiv, Bd. 6, S. 157), Valen-

tin und Müller (Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte ꝛc. im Jahre 1844, Bd. I., S. 152).

Magensaft.

Der Magensaft ist sehr mannigfach der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, man hat aber eine Menge Widersprüche über ihn mitgetheilt, so daß eine folgende Arbeit oft nichts Anderes zu Wege bringt, als den Werth einer vorhergehenden zu schwächen. Man hat ihn bald sauer, bald alkalisch genannt, und in diesen Eigenschaften wechselsweise den Schlüssel zur Erklärung der früher so räthselhaften Frage der Verdauung der Speisen finden zu müssen geglaubt.

Unter den älteren Beobachtungen sind die von Spallanzani zu den besten zu zählen. Viele derselben wurden selbst in letzter Zeit wieder als neu angerühmt, namentlich die, welche sich auf das Vermögen des Magensaftes beziehen, feste Stoffe, selbst außerhalb des thierischen Körpers, aufzulösen, welches Spallanzani sehr gut bekannt war.

Carminati machte zuerst einen Unterschied zwischen dem Magensaft in einem leeren und in einem mit Nahrung gefüllten Magen; bei fleischfressenden Thieren, die fasteten, fand er ihn neutral, bei fleischfressenden Thieren nach genossener Nahrung sauer, eine Reaction, die Werner beim Magensaft grasfressender Thiere, nach dem Genuß der Nahrung gleichfalls gefunden zu haben glaubte.

Die Versuche mit Magensaft, welche am meisten Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, sind die von Prout, welcher meinte, daß der Magensaft während der Verdauung sauer sei von Salzsäure. Er bestimmte das Chlor, welches mit Kalium, Natrium, Ammonium und Wasserstoff verbunden war, und fand, daß von 39,6 Thln. Chlor 22,2 Thle. mit Wasserstoff, 7,9 Thle. mit Ammonium und 9,5 Thle. mit Kalium und Natrium verbunden waren.

Das Resultat dieser Versuche von Prout, Jahre lang von Niemandem bezweifelt, gewann mehr und mehr die Physiologen, seit Bouchardat gefunden hatte, daß sehr verdünnte Salzsäure Fibrin und andere Stoffe auflösen kann und es bekannt war, daß verdünnte Säuren im Allgemeinen bei Digestionstemperatur vielerlei Stoffe chemisch umsetzen können, z. B. Amylum in Dextrin und Zucker.

Aus Stücken von kohlensaurem Kalk, welche sie Thiere verschlucken ließen, erhielten Tiedemann und Gmelin Chlorcalcium im Magensaft und während sie die Flüssigkeit des leeren Magens — deren Menge sehr gering ist — neutral fanden, fanden sie die Flüssigkeit der Magen, die durch verschluckte Kieselsteine gereizt waren, sauer. Während der Gegenwart der Nahrung im Magen wird also, auch nach den Versuchen von Tiedemann und Gmelin, die Säure im Magen abgesondert und zugleich die Menge des Magensaftes ansehnlich vermehrt. Sie fanden im Magensaft außer Schleim eine wasserhelle Flüssigkeit, mehr oder weniger gelblich von Farbe, salzig von Geschmack, und außer Salzsäure auch Essigsäure und ein einziges Mal auch Buttersäure enthaltend.

Berzelius, welcher unvermengten Magensaft vom Menschen untersuchte, fand darin 1,27 Proc. feste Stoffe, vorzüglich Kochsalz, durchmengt mit einem braunen extractartigen Stoff, und Kalk und Eisen enthaltend. Zwei Jahre und fünf Monate lang aufbewahrt, entstand in diesem Magensaft, welcher durch eine Magenfistel ausgelassen war, keine Fäulniß. Dieser Magensaft rührte von Beaumont her, welcher darüber so viele Versuche mitgetheilt hat.

Die Stoffe, welche in Folge dieser Untersuchungen im Magensaft bekannt geworden sind, sind — außer den Bestandtheilen des Speichels und einem durch Galläpfeltinctur fällbaren Stoff, welcher für Eiweißstoff gehalten ist — Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, schwefelsaures Kali. Kohlensaure und phosphorsaure Alkalien haben Tiedemann

und Gmelin nicht gefunden, aber phosphorsaure Salze von Kalk, Talkerde, Eisen und zuweilen von Mangan, schwefelsauren und kohlensauren Kalk.

Außer den meisten dieser schon angeführten Stoffe fand Braconnot im Magensaft von Hunden noch Fett von scharfem pfefferartigen Geschmack, keine Milchsäure, eine in Alkohol lösliche organische Materie, die durch Sublimat und durch Galläpfeltinctur gefällt wurde und außer in Alkohol auch in Wasser auflöslich war, einen nur in verdünnten Säuren löslichen thierischen Stoff, welcher durch Eisen- und Kupfersalze daraus niedergeschlagen wurde, und endlich eine in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche organische Materie.

Endlich hat Brugnatelli gefunden, daß Achat und Bergkrystall im Magensaft aufgelöst werden, und Gmelin und Tiedemann haben wirklich Spuren von Fluorwasserstoffsäure im Magensaft angetroffen, worin Berzelius (Thierchemie, p. 225) mit Recht nichts Befremdendes findet, da diese Säure einen gewöhnlichen Bestandtheil von Knochen und Urin ausmacht.

Nach diesen Untersuchungen glaubte man den Magensaft betrachten zu müssen als eine dünne wäßrige Flüssigkeit, in welcher viele gewöhnliche Bestandtheile der thierischen Flüssigkeiten vorkommen, so wie sie im Blutserum angetroffen werden, welche auf die Auflösung und Umsetzung der Speisen von keinem Einfluß seien, gemengt mit einer kleinen Menge Salzsäure, die als die auflösende und umsetzende Materie betrachtet werden müsse.

Versuche von Eberle haben jedoch später gezeigt, daß die unorganischen Bestandtheile des Magensaftes und namentlich die verdünnte Salzsäure an sich nicht so vollkommen oder nicht so schnell im Stande sind, die bei der Verdauung aufgelöst werdenden Stoffe außerhalb des thierischen Körpers aufzulösen, als wenn zugleich ein wenig Magenschleim oder ein Stückchen von der Schleimhaut des Magens oder selbst

der Blase zugleich vorhanden war. Diese Versuche sind von Schwann weiter ausgedehnt, welcher in der Schleimhaut des Magens eine eigenthümliche organische Materie gefunden zu haben glaubte, welche er Pepsin nannte und welche die Verdauung der Speisen, d. h. erst ihre Auflösung und dann ihre Umsetzung befördern soll. Schwann bereitete einen künstlichen Magensaft, indem er aus 100 Thln. Wasser, 2,75 Thln. Salzsäure von 1,13 spec. Gew. eine Mischung machte und diese 24 Stunden lang mit der Schleimhaut eines Magens digerirte. Die filtrirte Flüssigkeit war nun im Stande, sehr viele Speisen aufzulösen und wurde von ihm, was das Verdauungsvermögen anlangt, für Magensaft gehalten. Durch Kochen verlor die in der Salzsäure aufgelöste Materie das Vermögen, Speisen aufzulösen, und das Pepsin verträgt daher kein Kochen.

So ungefähr steht die Frage noch in der Wissenschaft da, obschon sie in der letzten Zeit noch einige Erweiterung erhalten hat. Ich will erst etwas über das sogenannte Pepsin, dann über die Säuren des Magensaftes mittheilen, und glaube es schuldig zu sein, in dieser Angelegenheit einen historisch-kritischen Bericht über die am meisten besprochenen Punkte zu geben.

Nach Wasmann *) wird der Magensaft nicht überall im Magen abgesondert, sondern in einem 6—8 Zoll breiten Gürtel von mehr röthlicher Farbe, welcher in der großen Curvatur liegt. Dieser Gürtel ist mit einer Menge Drüsen versehen, die aus Zellen bestehen, welche, indem sie von unten an erneuert werden, die obersten abstoßen, die dann ausgestreckt werden und ihren Inhalt, welcher Pepsin sein soll, in den Magen entleeren **). Vom Wasser werden diese

*) Pharm. Centr. Bl. 1839, S. 349 und 353.

**) Bond, Purkinje, Bischoff und Pappenheim haben sich mit der Untersuchung dieser Drusen beschäftigt. S. »Die Verdauung, von G. Pappenheim, Breslau, 1839«, eine sehr lesenswerthe Abhandlung.

Zellenmembrane mit dem körnigen Inhalte der Zellen (Pepsin) schlecht aufgelöst, aber sehr leicht in einer Säure, und solch eine künstlich bereitete saure Flüssigkeit hat dann das Vermögen, gekochtes Eiweiß in 1—1½ Stunden aufzulösen. Wenn die Schleimhaut eines Magens erst mit Wasser von 30° bis 35° gewaschen und darnach mit kaltem Wasser digerirt wird, löst man Pepsin auf und bei Erneuerung des Wassers so lange, bis der Magen zu faulen beginnt. Fügt man zu diesem Wasser etwas Salzsäure, so hat man eine Flüssigkeit, welche gekochtes Eiweiß schnell auflöst. Das Wasser, welches das Pepsin enthält, enthält auch Eiweiß, denn mit Kaliumeisencyanür giebt es einen weißen Niederschlag und durch Erhitzen bis zum Kochen ein Coagulum. Durch Kochen verliert es indeß großentheils sein Auflösungsvermögen.

Durch Alkohol wird das Pepsin aus seiner wäßrigen Lösung in Flocken niedergeschlagen. Die abfiltrirte Flüssigkeit hat kein Vermögen, Speisen aufzulösen. Das durch Alkohol niedergeschlagene Pepsin schwillt in Wasser wieder auf und kann in einem Ueberschuß von Wasser wieder gelöst werden, leichter jedoch in sehr verdünnter Essigsäure oder einer andern Säure. Diese Auflösung wird durch Kaliumeisencyanür nicht niedergeschlagen und hat ein sehr starkes Vermögen, Speisen aufzulösen.

Aus der frischen wäßrigen Lösung wird das Pepsin niedergeschlagen durch schwefelsaures Eisenoxydul, schwefelsaures Kupferoxyd, essigsaures Bleioxyd, Queckſilberchlorid, Zinnchlorür, aber von einem Ueberschuß des Fällungsmittels wird es wieder aufgelöst *).

Indem man einen solchen, durch ein Metallsalz hervorgebrachten Niederschlag im Wasser vertheilt und durch Schwe-

*) Pappenheim hat diese Reactionen ausführlich angegeben; sie sind natürlich bloß von Werth, um ein Gemenge, nicht um einen Stoff zu bezeichnen.

felwasserstoff zersetzt, erhält man eine Auflösung von bloßem Pepsin, welche, vorsichtig angedampft, mit Alkohol einen Niederschlag von Pepsin giebt.

Dem Pepsin aus dem Magen von Schweinen fehlt das Vermögen, Milch zu coaguliren, während Pepsin aus Kälbermagen dieses Vermögen im hohen Grade besitzt.

Eine Flüssigkeit, welche 0,0017 Pepsin aufgelöst enthält und welcher 42 Tropfen Salzsäure auf die Unze zugefügt sind, löst Eiweiß in zwei Stunden auf. Durch 1 Thl. Pepsin konnte Wasmann 49,6 Thle. Eiweiß bei 35° bis 40° auflösen, unter Mitwirkung von Salzsäure. Auch leimgebendes Gewebe und Knorpel werden in pepsinhaltigem Wasser leicht aufgelöst, nicht Epidermis, Horn und elastisches Gewebe.

Was die Art der Stoffe anlangt, die man zusammen unter dem Namen Pepsin bekommt, wenn man sich begnügt, den Schleimüberzug des Magens einfach mit Wasser zu vermengen und zu digeriren, so kann darüber das Folgende dienen, was Pappenheim (Die Verdauung, S. 12) aufzeichnet vom Magenschleim, welcher durch sanftes Drücken der Schleimhaut erhalten war. Er fand nämlich:

1) Eine dickflüssige eiweißartige Materie; 2) unmeßbar kleine Theilchen; 3) meßbare kleine Kügelchen; 4) andere mit einem dunkeln Punkt versehen; 5) Kegel von verschiedenen Dimensionen; 6) abgerundete Kegel; 7) polyedrische, mit Kernen im Centrum versehene Zellen; 8) viel größere polyedrische Zellen mit Kernen außerhalb des Centrums.

Die Frage bleibt nun, welche von diesen mikroskopischen Theilchen eigentlich das Pepsin ausmachen?

Mit Recht hat Pappenheim einen Unterschied gemacht zwischen den kleinen Organen, die den Magensaft abzuscheiden scheinen und dem Secret selbst, was Eberle und Wasmann für eins gehalten hatten. Aber so wahr dieser Unterschied ist, so weit bleiben wir doch noch von der Kenntniß der eigentlichen Natur der speiseauflösenden Materie ent-

fernt. Ein Filter hält die unlöslichen Theile, die Pappenheim beschrieben hat, nicht zurück, und wenn es dies auch thäte, so wäre doch noch die Frage, ob nicht ein Gemenge von vielerlei Stoffen, von denen das eigentliche Pepsin bloß einer ist, durchgegangen wäre.

Pappenheim hat indeß insofern die Materie mehr isolirt, als sie nahezu frei von Eiweiß und ganz frei von in Alkohol löslichen Stoffen zu erhalten ist. Er digerirt die Schleimhaut des Magens mit schwacher Salzsäure, erwärmt auf 80° C., bis das Eiweiß geronnen ist (was indeß wegen des Gehalts an Salzsäure nicht vollkommen möglich ist), filtrirt die Flüssigkeit, dampft ab, zieht mit Alkohol aus und löst den Niederschlag wieder in verdünnter Säure auf. Nach Pappenheim kann die Schleimhaut des Magens auch vorher mit Alkohol ausgezogen werden.

Daß man auf diese Weise noch ein Gemenge von vielerlei Stoffen hat, braucht nicht bewiesen zu werden. Selbst die Niederschläge, die es mit Metallsalzen giebt, oder auch die organischen Stoffe, die man aus diesen Niederschlägen absondert, liefern keine einzige Bürgschaft, daß es nicht ein Gemenge vielerlei Stoffe ist.

Dieses Gemenge nun, unter dem Namen Pepsin, ist von Vogel jun. in München zerlegt worden *). Er bereitete es aus frischen Schweinemagen, trennte die Drüsenhaut von dem serösen Theil des Magens (Je séparai la peau glanduleuse de la partie séreuse de l'estomac), schnitt sie in Stücke und ließ sie 24 Stunden in kaltem Wasser weichen; das Wasser wurde abgegossen und dieselbe Behandlung einige Male wiederholt, bis sich ein stinkender Geruch zu entwickeln begann. Die wäßrige Lösung wurde mit essigsaurem Bleioxyd gefällt, der Niederschlag in Wasser vertheilt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Nach Vogel bleibt

*) Journ. de Pharm. et de Chim., Oct. 1842, p. 273.

ſo beim Filtriren geronnenes Eiweiß mit dem Schwefelblei auf dem Filter, während Pepſin und Eſſigſäure durchläuft. Dies iſt inzwiſchen falſch. Albumin wird ſo nicht durch ein Filter zurückgehalten, iſt nicht geronnen und wird überdies, wenn es auch geronnen wäre, durch die Eſſigſäure auflöslich.

Vogel verdampfte ferner die Auflöſung ohne Kochen zur Syrupdicke, und fällte ſie mit Alkohol. Beim Trocknen verlor das Zurückbleibende Eſſigſäure, welche innig damit verbunden war.

Er fand für ſeine Zuſammenſetzung:

C 57,718
H 5,668
N 21,088
O 16,064

Dieſe Zuſammenſetzung ſchließt ſich an nichts Bekanntes an; aber ich meine auch, daß ſie für die Wiſſenſchaft von keinem Werth iſt.

Das Einzige, was wir aus den Verſuchen von Schwann, Eberle, Wasmann und Pappenheim über das Pepſin ſchließen mögen, und was nach ihnen durch Viele beſtätigt iſt, iſt, daß wirklich eine ſehr kleine Menge einer organiſchen Materie aus Schleimhäuten von Eingeweiden durch Waſſer ausgezogen werden kann, durch welche die Auflöſung der Speiſen und ihre Umſetzung befördert wird. Payen hat ihr ſpäter einen neuen Namen gegeben, Gaſterafe; Dumas vergleicht ſie mit Hefe; aber Niemand kennt das Pepſin, das Verdauungs-Princip.

Die Natur des Pepſins iſt alſo noch im Dunkeln. Wenn man ſie für eine im Zuſtand der Umſetzung befindliche Materie hält, ſo folgt daraus nicht, daß ſie nicht ein beſonderer, ſelbſtſtändiger Stoff ſein kann. Alkohol, mit organiſchen Körpern der Luft ausgeſetzt, verwandelt ſich ſtets in Eſſigſäure, gleichwohl wird man dem Alkohol einen Platz unter den ſelbſtſtändigen chemiſchen Stoffen nicht verſagen können.

löst? Die Erfahrung hat dies nicht bestätigt. Blutserum, Gehirn, Nieren, Herz, andere Muskeln, mit Wasser ausgezogen — aber nicht in Fäulniß begriffen, wie man die Magenwände zu Bereitung von Pepsin angewandt hat, denn faulende Stoffe beweisen nichts für Wirkungen des gesunden Organismus —, lösen geronnenes Eiweiß weder allein, noch mit Hülfe von Salzsäure auf. Magensaft oder ein mit Salzsäure bereiteter Auszug von einem Magen thut dies indessen schnell; daher ist gegenwärtig wohl Grund vorhanden, mehr als einen Stoff organischer Natur im Magensaft vorauszusetzen; vielleicht einen allgemeinen des Organismus, welcher Amylum in Dextrin und Zucker verwandelt und einen besonderen, welcher in der Schleimhaut des Magens (und der Blase und vielleicht noch anderswo) gefunden, oder lieber daraus abgeschieden wird.

Wir befinden uns indeß über Beide im Dunkeln, was die Natur dieser Stoffe anlangt und es wird, in welchem Zustande die Wissenschaft auch sein mag, eine mühsame Arbeit sein, diesen Gegenstand aufzuklären. Noch kennen wir das Diastas oder Synaptas nicht. Solche Stoffe lassen sich schwer einer guten Untersuchung unterwerfen.

Bernard und Barreswil (Comptes rendus 7 Juillet 1845, p. 88) haben inzwischen geglaubt, gezeigt zu haben, daß der Magensaft, wenn er sauer ist, Fleisch, Kleber, Eiweiß auflöst, während er dann kein auflösendes Vermögen auf Amylum ausübt. Wenn er im Gegentheil durch Soda alkalisch gemacht ist, verliert er das Vermögen, Fleisch aufzulösen, löst aber das Amylum sehr schnell auf.

Da nun Speichel und Pankreassaft alkalisch reagiren, untersuchten sie, ob diese Flüssigkeiten, wenn sie sauer gemacht sind, Fleisch und Eiweiß auflösen. Das Resultat war bestätigend. Sie meinen auch gefunden zu haben, daß im Speichel, dem Magensaft und dem Pankreas ein allgemeiner organischer Stoff ist, welcher, je nachdem er in einer sauren oder

alkaliſchen Flüſſigkeit enthalten iſt, Fleiſch und Eiweiß, oder Amylum auflöſen kann; daß daher das Speiſeverarbeitungs-Vermögen dieſer drei Flüſſigkeiten daſſelbe iſt, aber nur in der Richtung abweicht, je nachdem das Alkali oder die Säure die verſchiedene Richtung beſtimmt.

Es iſt wenig Grund vorhanden, dieſe Anſicht zu theilen. Der Magenſaft iſt während der Verdauung von amylumhaltigen oder von Fleiſchſpeiſen in beiden Fällen ſauer; die Auflöſung von beiden geſchieht in dieſem ſauren Magenſaft; alkaliſche Flüſſigkeiten, wie Speichel, Auszug von Blutſerum und allerhand thieriſchen Stoffen (ſ. oben) befördern die Umſetzung des Amylums in Dextrin und Zucker; alkaliſche Flüſſigkeiten löſen auch Proteinverbindungen auf. Endlich, der Speichel iſt wohl alkaliſch, der Pancreasſaft gleichfalls, aber die Wirkung von beiden wird niemals abgeſondert, ſondern gemeinſchaftlich mit der von ſaurem Magenſaft im Magen und den Därmen ausgeübt, und die Sache iſt alſo dadurch nicht deutlicher geworden.

Man hat viel zu allgemein an einem Stoff gehangen, welcher, im ganzen Thierreich im Magen vorkommend, ein Vermögen, die Speiſen aufzulöſen und umzuſetzen haben ſoll. Dies wird deutlich, wenn wir der Verſchiedenheit von Nahrung nachgehen, die verſchiedene Thiere genießen; aber vorzüglich, wenn wir in Erwägung nehmen, daß die warmblütigen und die kaltblütigen Thiere im Weſen dieſelben Hauptnahrungsſtoffe gebrauchen; daß alſo im Magen einer Hyäne und einer Schlange dieſelbe Umſetzung der gebrauchten Fleiſchſpeiſen bewirkt werden muß; daß in dem Magen einer Kuh und in dem einer Schildkröte und einer Seidenraupe dieſelbe Umſetzung der genoſſenen Blätter zu Stande kommen muß. — Was von der Temperatur geſagt iſt, als einflußreicher Urſache bei der Speiſeverarbeitung, muß alſo ſo oftmals modificirt werden, als die Speiſe-Verarbeitung bei niederer und nicht bei Digeſtionstemperatur geſchieht. Es muß alſo bei den kaltblütigen

Thieren eine Substanz vorhanden sein, die den Einfluß der Digestionstemperatur ersetzen kann. Aber welche Substanz dies ist, wissen wir noch nicht.

Es folgt inzwischen hieraus, daß, wenn wir auch die Natur eines oder einiger Verdauungsstoffe, den Einfluß der Magensäuren ꝛc. bei den warmblütigen Thieren vollkommen kennten, wir noch ein großes Feld der Untersuchung übrig haben würden für die kaltblütigen, bei denen eigenthümliche Auflösungs- und Umsetzungsmittel vorkommen müssen, wovon wir gegenwärtig noch keinen Begriff haben.

Ich muß inzwischen bemerken, daß verdünnte Salzsäure Fibrin und Casein bei gewöhnlicher Temperatur auflöst und dazu keiner Wärme oder unorganischer Substanz bedarf. Aber mehr würde ich nicht anzuführen wissen, was hier einige Anwendung erlangen könnte.

Inzwischen ist dies von Gewicht. Indem also Fleisch genossen wird — welches sich, was die elementare Muskelfaserstubstanz anlangt, als Fibrin verhält, — so kann dann auch durch verdünnte Salzsäure allein die Auflösung zu Stande kommen. Milch, durch sehr verdünnte Salzsäure zum Gerinnen gebracht, wird durch Verdünnung mit viel Wasser bei gewöhnlicher Temperatur wieder aufgelöst.

Mit Fibrin ist dasselbe der Fall, und von den gewöhnlichen als Nahrung benutzten Proteinverbindungen bleibt also eigentlich blos der geronnene Eiweißstoff der Pflanzen und der durch Wärme coagulirte thierische Eiweißstoff übrig; Körper, die durch bloße verdünnte Salzsäure, selbst bei Digestionswärme, nicht auflösbar sind, sondern dazu eine organische Substanz nöthig haben, wie oben auseinandergesetzt ist.

Die späteren über den Magensaft angestellten Versuche haben mit Beiseitesetzung des dunkeln Punkts der darin enthaltenen organischen Stoffe — zum Zweck gehabt, die Natur der Säure des Magensafts näher auszumitteln.

Es ist namentlich seit einigen Jahren von Vielen bezwei-

ſelt worden, daß die Salzſäure die freie Säure im Magenſaft ſei. Es iſt nicht überflüſſig, die verſchiedenen darüber bekannt gemachten Reſultate hier mitzutheilen, weil man leider auch hierin noch zu keiner vollkommen feſten Grundlage gekommen iſt.

Aber das haben dieſe Unterſuchungen doch gelehrt, daß, wenn auch Salzſäure im freien Zuſtande im Magenſaft während der Verdauung vorkommen mag, ſehr viele andere Säuren dieſelbe Wirkung wie Salzſäure ausüben können; daß der Salzſäure alſo kein beſonderes Vermögen zuerkannt werden kann, was auch mit der Erfahrung über die Einwirkung der Säuren auf Nahrungsſtoffe in Uebereinſtimmung iſt.

Alle dieſe Verſuche der letzten Zeit ſind indeß mit Magenſaft von Hunden angeſtellt, bei denen man künſtliche Fiſtel angebracht hatte. Mit Recht wird an der unveränderten Beſchaffenheit des Magenſaftes unter ſolchen Umſtänden gezweifelt. Ein Magen mit einer künſtlichen Fiſtel iſt in einem irritirten Zuſtand. Die Hunde leben indeß mit ſolchen Fiſteln lange und befinden ſich in der Regel wohl. Ihre Speiſen werden daher verdaut und wenn auch dem aus ſolchen Verſuchen gezogenen Schluß etwas fehlen mag, ſo verdient doch ſolcher Magenſaft im Ganzen nicht als unbrauchbar zu Verſuchen verworfen zu werden, da Hunde ohne Fiſtel mit ſolchem Magenſaft beſtehen können, wie ſie beſitzen, wenn man Fiſtel angebracht hat.

Die Reſultate dieſer Verſuche ſind folgende:

Blondlot z. B. fand (Comptes rendus, 11. Sept. 1843, p. 513) den Magenſaft eines Hundes, welcher eine künſtliche Magenfiſtel hatte, ſauer. Er fand aber in demſelben weder Milchſäure noch Salzſäure, ſondern ſauren phosphorſauren Kalk. Außerdem eine eigenthümliche organiſche Materie, die als Ferment wirkt, wenn ſie mit einer ſauren Subſtanz gemengt und einer Temperatur von 10 bis 40° ausgeſetzt iſt.

Seit dieſen Verſuchen von Blondlot, vor allen ſeitdem man nach Willkühr große Mengen von Magenſaft bekommen kann, haben ſich Viele mit dieſer Unterſuchung eifrig beſchäftigt und iſt die Salzſäure mehr und mehr in den Hintergrund geſtellt, oder ſelbſt ihre Anweſenheit im Magenſaft ganz und gar geläugnet.

Blondlot z. B. hat an Payen einen Hund mit einer Magenfiſtel geliefert, welcher damit Verſuche angeſtellt hat.*) Bei einer Temperatur von 36° bis 39° C. ſah er folgende Stoffe ſich ſehr ſchnell in dem Magenſaft auflöſen: Fleiſch von Ochſen und von Schweinen, Fiſchleim (dieſes bildete keine Gelée mehr). Salzſäure von derſelben Stärke hatte nach acht Stunden noch keine Veränderung an den Stoffen hervorgebracht. Cylindriſche Knöchelchen hatten, in den Magen des Hundes gebracht, in 50 Stunden von 2,78 auf 1,005 abgenommen.

Millot hat außerdem**) bemerkt, daß der Magenſaft im Stande iſt, viele Blaſenſteine aufzulöſen. Urin von Diabetiſchen hat daſſelbe Vermögen. Der Magenſaft hat jedoch weit die Oberhand, mag er von Carnivoren oder von Herbivoren herſtammen. Der Salzſäure war dieſe Wirkung nicht zuzuſchreiben; eine Säure, welche wohl auf Gries (graveel) und einige Steine, aber keinenfalls auf alle, und immer in viel geringerem Maaße wirkt, wie der Magenſaft.

Das Reſultat der eben mitgetheilten Verſuche von Blondlot, daß im Magenſaft ſaurer phosphorſaurer Kalk vorkomme, iſt von Thomſon nicht beſtätigt (Annal. d. Chem. u. Pharm., Mai 1845, S. 214). Thomſon konnte nämlich den Magenſaft eines Schweines, welches mit Gras gefüttert war und deſſen Magenſaft ſauer reagirte, durch Kreide vollkommen neutral machen. Bei Wiederholung des

*) Comptes rendus, 2. October 1843, p. 651
**) Comptes rendus, 9. October 1833, p. 765.

Verſuchs erhielt er immer daſſelbe Reſultat. Aber nach Thomſon iſt der Magenſaft ſauer durch eine nicht flüchtige organiſche Säure und enthält keine freie Salzſäure, weshalb er auch, aus dem Waſſerbad deſtillirt, ihm kein ſaures Deſtillat lieferte. Aus dreimal zwei Unzen Magenſaft, Nro. 1 mit ſalpeterſaurem Silber gemiſcht, und darnach mit Salpeterſäure zerſetzt, Nr. 2 abgedampft, geglüht, im Waſſer aufgelöſt und mit ſalpeterſaurem Silber zerſetzt, Nro. 3 mit Kali geſättigt und mit ſalpeterſaurem Silber gemiſcht, erhielt er an Chlorſilber:

1 = 7,81
2 = 7,17
3 = 7,97.

Aus der Uebereinſtimmung zwiſchen Nro. 1 und 3 geht hervor, daß in Nro. 1 keine organiſche Säure mit dem Silberoxyd verbunden war, ſondern alles ſich wirklich als Chlorſilber niederſchlug. Der Magenſaft reagirte inzwiſchen ſauer und das Kali, welches zugeſetzt wurde, um die ſaure Reaction wegzunehmen, hat alſo gedient, eine organiſche Säure, nicht Salzſäure, zu ſättigen.

Daß in dem Magenſaft Salmiak vorhanden iſt, und keine freie Salzſäure, ſchließt Thomſon aus der geringeren Menge Chlorſilber von Nr. 2 und daraus, daß, wenn man nicht aus dem Waſſerbad, ſondern über freiem Feuer deſtillirt, man durch ſalpeterſaures Silber im Deſtillat Chlorſilber erhält, während man beim Deſtilliren aus dem Waſſerbade daſſelbe nicht bekommt.

Thomſon, welcher dieſe Verſuche mit Magenſaft, der mit einzelnen Mehlſpeiſen gemengt war, angeſtellt hat, leugnet die Reſultate der Verſuche von Prout, welcher den unter Nr. 1 genannten Verſuch anzuſtellen verſäumte und deshalb den Salmiak als freie Salzſäure in Rechnung brachte. Er fand in dieſem Magenſaft bloß Milchſäure, als Zerſetzungsproduct des Amylums, gemengt mit etwas Eſſigſäure.

Blondlot, welcher meint, daß saurer phosphorsaurer Kalk im Magen vorkommt, behauptet, daß aus Kreide durch Magensaft keine Kohlensäure ausgetrieben wird. Bernard und Barrnswil haben jedoch (Comptes rendus, 1844 p. 1284 und l'Institut, 11. Dec. 1844) angedeutet, daß dies blos in dem sehr verdünnten Zustand des Magensafts seinen Grund hat und daß man wohl Aufbrausen bemerkt, wenn man den Magensaft zuvor durch Abdampfen concentrirt. Sie sahen auch neutralen phosphorsauren Kalk sich im Magensaft auflösen, ein Salz, welches nach ihnen in dem Kalkbiphosphat vollkommen unauflöslich ist.

Um zu versuchen, welche Säure den Magensaft sauer mache: Essigsäure, Salzsäure, Phosphorsäure oder Milchsäure, sind sie den Eigenschaften der Milchsäure, von Pelouze näher untersucht, nachgegangen und haben die Säure des Magensaftes für Milchsäure erkannt, sowie Chevreul, Leuret und Lassaigne es früher angegeben hatten.

Sie meinen also bewiesen zu haben, daß die Milchsäure die beständige Ursache der Säure des Magensaftes ist. Aber da Blondlot gezeigt hat, daß die Natur der Säure bei der Verdauung nicht von Einfluß ist, wenn nur eine freie Säure da ist, so meinen sie auch nicht, daß die Milchsäure mit besonderen Kräften in Bezug auf Speiseverarbeitung begabt ist. Phosphorsäure, Essigsäure, Salzsäure, zu Magensaft hinzugefügt, welchem kohlensaurer Kalk beigemengt war, um die freie Säure zu sättigen, stellten in jedem Fall das Vermögen desselben, Speisen aufzulösen, wieder her. Kommt freie Salzsäure im Magensaft vor, so meinen sie, daß sie ein Product der Einwirkung der freien Milchsäure auf die Chlorüre, oder auch wohl ein wenig freie Phosphorsäure ist, welche nach ihrer Meinung auch durch Milchsäure aus den Phosphaten frei gemacht wird. Beide Meinungen lassen sich nicht vertheidigen, da Milchsäure weder Chlorüre noch phosphorsaure Salze zersetzen kann.

Sehr viele Körper, die als Nahrungsstoffe benutzt werden, bilden unter gewissen Umständen Milchsäure. So ist bekannt, daß im Kohl, wenn man mit ihn Salz gemengt aufbewahrt, so viel Milchsäure gebildet wird, daß der Kohl (Sauerkohl) mit Vortheil zur Milchsäure-Bereitung angewendet werden kann. Alle Mehlspeisen entwickeln, wenn sie in Vermischung mit Wasser bei Sommertemperatur aufbewahrt werden, eine große Menge Milchsäure; bei der Bereitung des gewöhnlichen Kleisters ist das Entstehen dieser Säure — durch eine höchst einfache Umsetzung des Amylums gebildet: $C_{12}\ H_{20}\ O_{10} = 2\ C_6\ H_{10}\ O_5$ — wohl bekannt.

Es ließ sich daher schon von vornherein erwarten, daß bei der Verdauung von Mehlspeisen, wo die Umstände von der Art sind, daß Milchsäure entstehen kann, wirklich Milchsäure gebildet werden muß, aber gerade deshalb, weil die Milchsäure ein gewöhnliches Product der Umsetzung von Speisen ist, blieb es die Frage, ob es wohl wahr ist, daß sie als eine von der Magenwand abgesonderte Substanz anzusehen sei.

Bernard meint dieß Letztere bestimmt bewiesen zu haben.

Aus Versuchen von Bernard (Journ. de Pharm. et de Chimie, Juni 1844, p. 428) soll nehmlich hervorgehen, daß der Magensaft nur ein Product der Magenschleimhaut ist; daß er im Augenblick der Verdauung selbst entsteht; daß eine größere Zufuhr von Blut nach dem Magen die Ursache seiner Absceidung ist.

Die Ursache des Sauerseins des Magensafts, während das Blut alkalisch ist, hat er auf folgende Art auszumitteln gesucht. Zu gleicher Zeit sprützte er durch die eine vena jugularis eines Hundes Kalium-Eisen-Cyanür, durch die andere schwefelsaures Eisenoxydul ein. Nirgend fand er dadurch hervorgebrachte Farbenveränderung, selbst nicht in den Wänden des Magens; aber der Inhalt des Magens, die Speisen, waren blau gefärbt. Daraus schließt er, daß der Magensaft dann erst sauer wird, wenn er aus den Wänden des Magens

heraustritt. Bernard vergißt hierbei, daß das Blut alkaliſch iſt, und daher nirgends Berlinerblau ſichtbar ſein kann, wie an den Stellen im Organismus, wo keine Alkalien die Oberhand haben. Wenn auch die Menge des Berlinerblau groß iſt, ſo muß es doch überall zerſetzt werden, wo es mit dem alkaliſchen Blut in Berührung iſt. Es wird im Inhalt des Magens bloß ſichtbar, weil er ſauer iſt. Aber dadurch iſt die ſaure Beſchaffenheit des Magens noch nicht erklärt. Bernard nennt dies den Erfolg von molekularer Wirkung, und dies wird ſo ſein, aber es iſt gerade die Frage, von welcher. Inzwiſchen hat er Verſuche angeſtellt durch Einſpritzen von Säuren in das Blut: Milchſäure, Phosphorſäure, Butterſäure, Eſſigſäure. Alle dieſe wurden darnach im Magenſaft wiedergefunden. Wurden Auflöſungen von Magneſia oder Eiſen in das Blut eingeſpritzt, ſo fand man ſie nicht in dem Magenſaft wieder. Werden aber Salze in das Blut eingeſpritzt: milchſaures oder butterſaures Eiſenoxydul oder Magneſiumoxyd, ſo werden die Salze zerſetzt und die Säuren im Magenſaft, die Baſis im Harn gefunden. Cyanqueckſilber, in die vena jugularis eingeſpritzt, gab dem Magenſaft einen Geruch nach Blauſäure, aber niemals Spuren von Queckſilber. Nach ihm werden daher die im Blut als ſolche vorhandenen Säuren durch den Magen als Magenſaft durchgelaſſen, und wenn auch Milchſäure nach ſeinen und nach Barreswil's Verſuchen die eigentliche Säure des Magenſafts iſt, ſo muß doch das Reſultat ſeiner Verſuche ſich dahin ergeben, daß von allen im Blut enthaltenen Salzen die Säuren im Magenſaft angetroffen werden; ein Schluß, welcher viel weiter geht, wie er ihn aufgeſtellt hat, der aber doch unmittelbar aus den Verſuchen folgt, ſo wie ſie von ihm mitgetheilt ſind.

Daß Milchſäure die freie Säure des Magenſafts iſt, und daß keine freie Salzſäure in demſelben vorkommt, hat Lehmann gleichfalls beſtätigt (Pharm. Centralbl., 1847, Nr. 5). Magenſaft von Hunden, die blos mit Knochen

gefüttert waren, lieferte ihm Milchsäure, woraus er milchsaure Talkerde machte, die der Analyse unterworfen wurde. Hier konnte die Milchsäure also nicht von der Nahrung abstammen. Lehmann hat diese Versuche mehrere Male wiederholt und es ist daher nicht daran zu zweifeln, daß im Magensaft von Hunden, die mit Knochen gefüttert wurden, freie Milchsäure vorkommt.

Ein anderer Versuch von Bernard, durch welchen bewiesen werden muß, daß die Stoffe, welche im Magensaft vorkommen, durch die Wände des Magens aus dem Blut abgesondert werden, ist dieser (Gazette medicale, 1844, Nr. 1 und Schmidt's Jahrbuch, 1845, 3. Heft, S. 283.):

Ein Hund erhielt in einer Suppe 4 Grammen milchsaures Eisenoxydul und eine halbe Stunde später ein Lavement, welches dieses Salz enthielt. Unmittelbar darauf wurde in die vena jugularis eine Auflösung von Kalium-Eisen-Cyanür eingespritzt und das Thier 25 Minuten später getödtet. Der Inhalt des Magens war blau. Der Chymus des Duodenum zeigte einige blaue Farbe, aber was ferner im Dünndarm und im Dickdarm gefunden wurde, war nicht blau gefärbt. Von diesem Versuch gilt dieselbe Bemerkung wie von dem auf Seite 967; die alkalische Eigenschaft des Inhalts der dicken Därme ist die Ursache, daß das Berlinerblau, welches auch hier gewesen sein sollte, zersetzt wurde und deshalb nicht mehr sichtbar war.

Dadurch, meint B., ist bewiesen, daß die Säure, welche dann und wann im Coecum vorkommt, nicht ein Secret ist, sondern ein Product von Umsetzung der Stoffe, welche in diesem Darm vorhanden sind.

Die Weise, wie diese Säuren aus dem Blut treten, vergleicht Bernard mit der Scheidung von Bleioxyd-Kali, welches durch Kohle filtrirt wird, in zurückbleibendes Bleioxyd und in Kali, welches durchläuft (Froriep's Notizen, Jan. 1844 Nr. 619). Inzwischen ist hierdurch nichts aufgeklärt. Auch

eſſigſaures Bleioxyd, durch Kohle filtrirt, und mehrere andere Metallſalze, laſſen das Oxyd oder das Metall in der Kohle zurück und die Säure läuft durch. Aber dieſe Wirkung iſt weit entfernt erklärt zu ſein.

Mag daher auch wirklich in den Wänden des Magens eine Säure von einer Baſis getrennt werden, ſo iſt es noch die Frage, womit die Baſis verbunden wird, wodurch die Säure aus einer alkaliſchen Flüſſigkeit, wie das Blutſerum iſt, frei gemacht wird.

Iſt es nun wahr, daß im Blut keine Milchſäure vorkommt, wie es Enderlin bewieſen zu haben meint, ſo wird auch der Schluß nicht wahr ſein, den Bernard und Bareswil aus ihren oben mitgetheilten Verſuchen gezogen haben, oder den Bernard aus den ſeinigen zieht, nämlich, daß entweder die Säure des Magenſafts keine Milchſäure iſt, oder, daß es keine Säure iſt, die ſtets im Blut vorhanden iſt. (?D. Ueberſ.)

Ein anderer Schluß, den Bernard aus ſeinen Verſuchen zieht, ſcheint wichtig, nämlich, daß der Magenſaft nicht blos dient, um Stoffe aufzulöſen, oder chemiſch umzuſetzen, ſondern daß eine gewiſſe Aequivalentbeziehung beſtehen muß, zwiſchen der Menge der Speiſen und der Säure des Magenſafts, wenn die Nahrung in das Blut übergehen ſoll, ſo wie es zur guten Erhaltung des Organismus erfordert wird (Gazette medicale, Mars 1844), ein Schluß, welcher auch durch die Verſuche von Bouchardat und Sandras für Zucker beſtätigt wurde.

Melſens hat, mit Uebergehung der Frage, welche Säure es ſei (Comptes rendus, 1844, p. 1289), bewieſen, daß der Magenſaft eine freie Säure enthält. Er hat nämlich 32 Grm. Magenſaft mit Stückchen von Marmor von 7,007 Grm. Gewicht zwei Tage lang in Berührung gelaſſen. Nachdem die Marmorſtücke hierauf abgeſpült und getrocknet waren, wogen ſie 6,937, und hatten alſo 70 Milligr. verloren.

Als er 73 Grm. Magenſaft mit 3,462 Grm. Kalkſpath

24 Stunden in Berührung ließ, sah er kleine Gasblasen auf dem Kalkspath. Der Kalkspath wog nach dem Versuch 3,354 und hatte demnach 0,108 verloren. In drei anderen Versuchen verlor Kalkspath in 68 Grm. Magensaft, mit Brod gemengt, in 12 Stunden 71 Milligr.; in 64 Grm. Magensaft, nach dem Genuß von gekochtem Ochsenfleisch, 166 Milligr.; in 60 Grm. Mageninhalt von einem Hund, welchem Schaaffett mit Knorpelknochen als Nahrung gegeben war, 57 Milligr.

Es ist daher durch diesen Versuch von Melsens aufs Neue bestätigt, daß der Magensaft, wenigstens während der Verdauung, eine freie Säure oder ein saures Salz enthält.

Das Resultat aller dieser Untersuchungen zusammen genommen ist: 1) Es scheint nicht immer freie Salzsäure oder eine andere flüchtige Säure im Magen vorzukommen, sondern auch wohl eine nicht flüchtige freie Säure, oder ein festes saures Salz. — Welche Säure dies ist, ist unbekannt; die eine scheint die andere ersetzen zu können.

2) Diese Säure wird aus dem Blut durch eigene Organe in der Schleimhaut des Magens abgeschieden auf eine Weise, die wir noch nicht kennen.

3) Die Abscheidung geschieht, während der Magen gefüllt ist.

4) Zu gleicher Zeit tritt eine kleine Menge von einem in dem Blutserum vorhandenen organischen Stoff, oder von einem Gemenge, in den Magen, einem Stoff, welcher allgemein im Körper gefunden wird, und deßhalb dem Magen nicht eigenthümlich ist, der aber eine Materie oder ein Gemenge ist, welches in so fern mit Diastas aus gekeimter Gerste verglichen werden kann, als es Amylum in Dextrin und Zucker umsetzt.

5) Ob durch denselben Stoff auch Eiweiß aufgelöst wird, oder mehrere Stoffe in dem sogenannten Verdauungsstoff enthalten sind, von denen der eine auf die eine, der andere auf eine andere Art von Nahrungsstoffen einwirkt, der eine in

dieſer, er andere in einer andern Art von Thieren gefunden wird, iſt noch nicht bewieſen. Eine einzige Verdauungsſubſtanz für Amylum und Eiweiß, für alles anzunehmen, ſcheint ungereimt. Im Gegentheil ſcheint darin bei verſchiedenen Thieren eine große Verſchiedenheit beſtehen zu müſſen.

6) Der Speichel ſcheint vollkommen in demſelben Sinn auf die Nahrungsſtoffe zu wirken, wie der Magenſaft, und unterſtützt daher die Wirkung des letzteren.

7) In jedem Fall iſt die Verdauung, d. h. gegenwärtig die Auflöſung und Umſetzung der Speiſen im Magen, eine chemiſche Erſcheinung, welche für Amylum und ihm verwandte Stoffe ganz, für Proteinverbindungen gegenwärtig ſchon großentheils künſtlich nachgeahmt werden kann, und welche unter dieſelbe allgemeine Vorſtellung fällt, unter welcher wir die Erſcheinungen begreifen, die wir gegenwärtig Folgen nennen von Mittheilung chemiſcher Umſetzung von einer organiſchen Gruppe an die andere.

So viel auch gegenwärtig noch zu wünſchen übrig bleiben mag hinſichtlich der Tiefe unſerer Kenntniß des erſten Aktes der Speiſeverarbeitung, namentlich der Auflöſung der Protein-Verbindungen, und der Umſetzung der in Zucker verwandelbaren in Zucker, ſo iſt doch in dem Blick, den wir auf dieſe Erſcheinung werfen, gegenwärtig eine gewiſſe Einfachheit entſtanden. Es iſt die Frage, ob die Wiſſenſchaft es jemals viel weiter bringen wird; denn wer wird uns jemals die Wirkung aufklären, durch welche Schwefelſäure aus Amylum Dextrin bildet? Wer wird uns die Wirkung der Heſe bei der Alkoholgährung jemals ganz deutlich machen, wenn es auch ſicher iſt, daß dieſe Wirkung durch Umſetzung eines Stoffs zu Stande kommt, in welche der Zucker einbegriffen wird? Es iſt nicht mehr als eine gewiſſe Klaſſification unſerer Begriffe, keine Aufklärung.

Aber es iſt ſchon viel, daß wir ſie unter eine einfache Form bringen können, und in der That, nun wir wiſſen, daß

es zwei Klassen von Stoffen giebt, auf welche wir vorzüglich unsere Aufmerksamkeit richten müssen: die in Zucker veränderbaren und die Protein-Verbindungen, daß Cellulose, Amylum, Pflanzenschleim, Gummi, Inulin, Flechtenstärke alle in Zucker verwandelt werden, und wir dieß künstlich nachahmen können; daß die Protein-Verbindungen im Magen aufgelöst werden müssen, und die Kunst dies auch in ähnlicher Weise zu Stande bringen kann, mögen wir dies schon viel gefördert nennen.

Ueber die Stoffe der ersten Klasse ist nichts mehr zu sagen: sie werden als Zucker aufgenommen, theils als Dextrin; von denen der letzteren Klasse ist noch das eine und andere nachzutragen.

Alle Protein-Verbindungen, von welcher Art sie auch sind, haben mit dem Protein selbst das Vermögen gemein, mit kleinen Mengen Basen und Säuren sich verbinden zu können. Mit den Säuren und Basen bilden sich theils unlösliche, theils lösliche Verbindungen. Welche Säure nun auch die Ursache der Auflösung der Proteinverbindungen im Magen sein mag: es entsteht eine chemische Verbindung zwischen dieser Säure und dem Eiweiß z. B., oder dem Fibrin, und wenn die Säure Salzsäure ist, so ist die Verbindung innig. Es ist unmöglich, durch bloße Destillation die Salzsäure, die im Magensaft mit einem Speisebrei gemengt vorkommt, zu scheiden; es muß eine stärkere Säure dazu angewandt werden, und thun wir dies, so wird Kochsalz zersetzt und wir sind nicht im Stande, über die Gegenwart oder Abwesenheit der Salzsäure im Speisebrei ein Urtheil zu fällen, weil sie nicht frei, sondern mit den organischen Stoffen verbunden ist.

Dieser Punkt verdient unsere Aufmerksamkeit. Ich habe früher auf Salzsäure- oder Schwefelsäure-Eiweiß aufmerksam gemacht. Ersteres enthält 3,7 Proc. Salzsäure. Es entsteht einfach dadurch, daß man Salzsäure in Eiweiß tropft. Es kann also, ohne daß durch Destillation Salzsäure bemerkbar

ſein kann, in bloßem Eiweiß 3,7 Proc. Salzſäure aufgenommen werden bei der Behandlung von Eiweiß mit Salzſäure ſelbſt. Im Magen muß eine ähnliche Verbindung zu Stande kommen, wenn wirklich freie Salzſäure vorhanden iſt, und während alſo freie Salzſäure vorhanden iſt, iſt es doch unmöglich, ſie durch Deſtillation des Magenſafts zu finden.

Dieſer Punkt iſt noch durch Niemand angemerkt, außer durch Schmidt (Annal. der Chem. und Pharm., März 1847, p. 311).

Daß die Eiweiß-Salzſäureverbindung immer 3,7 Proc. Salzſäure enthält, iſt nicht wahrſcheinlich, aber es exiſtirt eine ſolche Verbindung und alle Säuren, von denen bei der Geſchichte des Magenſafts die Rede ſein kann, ſind in demſelben Fall. Es giebt ein Phosphorſäure- und ein Milchſäure-Eiweiß, ein weinſteinſaures, ein eſſigſaures Caſein oder Fibrin ꝛc., und es iſt alſo eher zu verwundern, daß man den Speiſebrei ſauer, als daß man ihn neutral findet. Was ihn ſauer macht, iſt der Ueberſchuß der im freien Zuſtande abgeſchiedenen Säure, der Ueberſchuß, welcher mit Eiweiß, Caſein, Fibrin nicht mehr verbunden werden kann.

Es bleibt uns alſo übrig, ſolche Stoffe den Verſuchen zu unterwerfen, die ſich mit den Säuren nicht verbinden können. In dieſer Hinſicht ſind Bänder und Sehnen für Verdauungsverſuche, vorausgeſetzt, daß ſie nicht zu lange fortgeſetzt werden, die geeignetſten Körper; ſoweit wir gegenwärtig wiſſen, verbindet ſich der leimgebende Stoff nicht mit Säuren. Die Verſuche von Lehmann, mit Knochen angeſtellt, mögen gleichfalls hier unterſchieden werden. Und findet dann Lehmann Milchſäure im Magenſaft, ſo iſt kein Grund vorhanden, auf dieſe Milchſäure nicht die Aufmerkſamkeit zu richten, ſelbſt wenn ſie auch nicht immer hervorgebracht, wenn ſie auch nur ein Product iſt, welches unter verſchiedenen Umſtänden entſteht.

Wird dann dieſe Milchſäure in Verbindung mit einer organiſchen Subſtanz auflöſend auf die Proteinverbindungen, katalyſirend

auf die amylumartigen Körper wirken? Kann es nicht saurer phosphorsaurer Kalk sein bei einer anderen Art von Nahrung, oder bei einem andern Thiere?

Ich meine, daß Gründe vorhanden sind, um der Salzsäure immer noch einen ersten Platz einzuräumen. Nicht das Kochsalz, sondern das Chlormagnesium ist von solch losem Zusammenhang, daß es unter den Umständen, in denen der Magensaft sich befindet, Salzsäure geben muß. Chlormagnesium ist ein gewöhnlicher Bestandtheil thierischer Flüssigkeiten, also auch des Magensafts. Chlormagnesium wird bei bloßer Sonnenwärme im Meerwasser in Berührung mit organischen Stoffen zersetzt und giebt freie Salzsäure. Chlormagnesium giebt, unter dem Einfluß von saurem phosphorsauren Kalk, Milchsäure und anderen Säuren, freie Salzsäure von sich, und indem diese freie Salzsäure Eiweiß, Fibrin, Casein findet, wird sie unmittelbar gebunden, und ist durch Destillation nicht wahrnehmbar.

Ich halte es also für bewiesen, daß bei der Verdauung salzsaures Albumin, Fibrin, Casein ꝛc. entstehen müssen, und daß die Salzsäure daher immer zur Speiseverarbeitung beiträgt. Aber ob dies die einzige Säure ist, welche dazu geschickt ist, dies haben die Wahrnehmungen noch nicht entschieden.

Unter die Umstände, welche auf die Verdauung von Einfluß sind, hat man die Bewegung des Magens während der Verdauung und den Einfluß der Nerven aufgenommen. Umstände mögen diese nicht heißen. Jedes Organ im thierischen Organismus befindet sich unter dem unmittelbaren oder mittelbaren Einfluß der Nerven; der Magen ist also sich bewegend und abscheidend, ist wirkendes Organ, unter dem Einfluß der Nerven. Die Nervenwirkung ist daher kein Umstand, unter welchem die Verdauung geschieht, aber eine Bedingung zur Verdauung. Soll die Verdauung eine chemische Wirkung werden, so muß der Magen sich bewegen, um Inhalt und abgeschiedene Stoffe gleichmäßig zu

mengen, die Berührungspunkte zu vermehren, muß er auch Magensaft abscheiden, wodurch gerade chemische Wirkung zu Stande kommt. Diesen Nerveneinfluß stelle man daher nicht neben den Magensaft oder die Bewegnng des Magens, sondern halte ihn für eine Bedingung von beiden.

Was darauf Bezug hat, gehört nicht zu unserer Aufgabe, eben so all' dasjenige nicht, was Ruhe oder Bewegung, Schlafen oder Wachen oder andere Einflüsse betrifft, die alle die Wirksamkeit des Magens und des übrigen Darmkanals modificiren können, dadurch, daß sie die uns unbekannte Nervenwirkung abändern.

Atmosphärische Luft mit den Speisen in den Magen geführt.

Während des Kauens und des Verschluckens von Speisen und Getränken wird eine gewisse Menge atmosphärischer Luft in den Magen geführt. Der Speichel ist eine schäumende, d. h. eine mit vielen Luftbläschen gemengte Flüssigkeitsmasse; während des Kauens, vorzüglich bei wiederkäuenden Thieren wird stets Luft mit den Speisen gemengt, so daß diese damit gesättigt werden. Ihre Menge ist sicher nicht groß, und die Behauptung von Liebig gewiß unrichtig, daß, wenn der Sauerstoff bei der Verdauung verbraucht wäre, der Stickstoff durch die Magenwände und das Diaphragma diffundirt würde. Wer so etwas behauptet, kennt die Erscheinung der Diffusion nicht im Mindesten; denn diffundiren bedeutet, ebenso wie endosmosiren, wechseln. Was wechselt denn mit dem Stickstoff?

Man kennt den Einfluß dieser atmosphärischen Luft gegenwärtig noch bei Weitem nicht so, wie man es wünschen muß, und eigentlich weiß man bloß eine Klasse von Körpern anzuführen, auf welche die Luft, und namentlich der Sauerstoff derselben, von Einfluß sein könnte; hinsichtlich aller übrigen

befinden wir uns noch im Dunkeln. Es ist nämlich bekannt, daß einige Proteinverbindungen begierig Sauerstoff verschlucken, daß Fibrin einen größeren Sauerstoffgehalt besitzt, wie Albumin, aber es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß zu einer Umsetzung von Albumin in Fibrin die kleine Menge Sauerstoff verbraucht wird, die im Magen vorkommt, da beim Athemholen solch eine überflüssige Gelegenheit zur Oxydation von Albumin vorhanden ist. Auf die Umwandlung von Amylum in Dextrin und Zucker, auf die Umwandlung von Pflanzenschleim ꝛc. kann der Sauerstoff von keinem Einfluß sein.

Was uns also übrig bleibt, ist eine Einwirkung des Sauerstoffs auf Stoffe des Speichels oder des Magensafts selbst, wodurch sie in Wirksamkeit treten, so wie die Hefe Sauerstoff nöthig hat, um die Gährung beginnen zu lassen und zu unterhalten, um dadurch in den Zustand chemischer Umsetzung zu gerathen, und hierzu nur wenig Sauerstoff nöthig hat. Eben so können die Stoffe, die man unter dem Namen Pepsin begriffen hat, Sauerstoff nöthig haben, um in Wirksamkeit zu treten und durch diese Wirksamkeit auf die Speisen von Einfluß zu sein.

Aber erklärt ist dieser Einfluß der Luft nicht; ich meine sogar, daß wir keinen Grund haben, diesen Einfluß auf die Veränderung der Speisen selbst für wahrscheinlich zu halten.

Chevreul hat die Gase untersucht, die im Magen eines zu Tode Gebrachten gefunden wurden. Sie bestanden aus 11,00 Sauerstoff, 14,00 Kohlensäure, 71,45 Stickstoff und 3,35 Wasserstoff. Die Menge Stickstoff in dieser Luft ist geringer wie in gewöhnlicher Luft. Daraus mag man indeß nicht schließen, daß der Stickstoff aufgenommen oder eine Verbindung eingegangen ist, denn er kann auch zum Theil im Speisebrei aufgelöst, und dadurch seiner Menge nach vermindert sein. Aber sicher ist, daß die Kohlensäure ein Zersetzungsproduct der verzehrten Stoffe, oder von organischen Stoffen des Magens selbst ist. Sie kann aus Zucker, welcher

in Butterſäure überging (Pelouze und Gélis) oder durch eine ähnliche Umſetzung entſtanden ſein. Die Entwickelung von Waſſerſtoffgas iſt nicht erklärt, ſie ſcheint aber in keinem Fall von Veränderung, welche die Speiſen erlitten haben, ſondern von Veränderung von zum Magen ſelbſt gehörenden Stoffen abgeleitet werden zu müſſen.

Daß der Sauerſtoff in einem andern Verhältniß verſchwunden iſt, wie der Stickſtoff, lehrt uns, daß er wirklich chemiſch gebunden wurde; er wird zur Bildung der Kohlenſäure beigetragen haben, aber wir wiſſen wiederum nicht, was hiervon geworden iſt.

Das Gas, welches man in den dicken Därmen findet, iſt von dem, welches im Magen gefunden wird, in den betreffenden Beſtandtheilen und auch noch durch zwei Beimengungen verſchieden, nämlich durch Kohlen- und Schwefelwaſſerſtoff.

Nach Chevreul iſt kein Sauerſtoff mehr darin vorhanden, und da wahres H_2S und CH_4 entwickelt und gefunden iſt, iſt auch wohl keiner mehr zu erwarten. Es iſt ein veränderliches Gemenge von Kohlenſäure, Stickſtoff, Waſſerſtoff, Schwefel- und Kohlenwaſſerſtoffgas. Der Stickſtoff gehört zur atmosphäriſchen Luft, durch den Mund eingeführt; die Kohlenſäure iſt unter dem Einfluß des Sauerſtoffs der Luft aus Beſtandtheilen des Inhalts entſtanden; und unter desoxydirenden Einflüſſen ſind Sulphate zerſetzt worden, ſo wie in ſtillſtehenden Wäſſern, und haben mit Waſſer H_2S und organiſche Stoffe, CH_4 und CO_2, nach Pflüger auch CO geliefert. Dies alles lehrt uns wichtige Umſetzungen der Stoffe im Darmkanal kennen, aber Umſetzungen, von denen die Wiſſenſchaft noch keine Rechenſchaft geben kann.

Pancreas und die durch diese Drüse abgeschiedene Flüssigkeit.

Ein drüsenartiger Körper, unter und hinter dem Magen gelegen, sondert eine Flüssigkeit ab, welche für die Speiseverarbeitung von großem Einfluß sein muß, obschon dieser Einfluß noch nicht gut bekannt ist. Das Product dieser Drüse ist wie das der Speicheldrüsen, und man hat dem zu Folge die Pancreasflüssigkeit auch Bauchspeichel genannt. Es werden nur kleine Mengen dieser Pancreasflüssigkeit in den Darmkanal ergossen: nach Versuchen von Tiedemann und Gmelin*) in 4 — 5 oder 6 — 7 Secunden bei einem Hund ein Tropfen.

Es verdient sehr die Aufmerksamkeit, daß diese Pancreasflüssigkeit entweder gemeinschaftlich mit oder in der Nähe der Galle in den Darmkanal gebracht wird. Ihr Einfluß muß daher als ein gemeinschaftlicher mit dem der Galle betrachtet werden.

Die Pancreasflüssigkeit eines Hundes wurde von Tiedemann und Gmelin untersucht. Sie fanden sie sauer, aber während des Auffammelns sahen sie sie alkalisch werden; eine Veränderung, die schwer zu erklären ist. Sie gerann beim Erwärmen und enthielt also viel Albumin, wodurch sie vom Speichel verschieden ist, der nur Spuren von Albumin enthält (p. 948). Mit Blutserum kommt sie im Gehalt an festen Stoffen überein, sie enthält nämlich 8,72 Proc. Sie ist daher als eine ziemlich concentrirte Flüssigkeit anzusehen.

Außer den gewöhnlichen thierischen Salzen fanden Tiedemann und Gmelin darin einen Stoff, der in Alkohol löslich war und durch Chlor roth, nach einigen Stunden violett gefärbt wurde. Alkohol löste ferner Fleischextract, Koch-

*) Die Verdauung, Bd. I, S. 29 u. f., 2. Ausg.

ſalz und andere Stoffe auf. Mit Waſſer zogen ſie eine Subſtanz aus, die nach dem Verdampfen eine Haut an der Oberfläche bildete, und die ſie für Käſeſtoff hielten. Sie wurde durch Säuren und durch Sublimat niedergeſchlagen.

Sie fanden in 100 Th.:

In Alkohol lösliche Stoffe	3,86
In Waſſer lösliche Stoffe	1,53
Eiweiß	3,55
Waſſer	91,72
	100,66

Die Pancreasflüſſigkeit eines Schaafes gab:

In Alkohol lösliche Stoffe	1,51
In Waſſer lösliche Stoffe	0,28
Eiweiß	2,24
Waſſer	96,35
	100,38

Aus dieſer Zuſammenſetzung läßt ſich über den Dienſt der Pancreasflüſſigkeit nichts entnehmen, aber der große Gehalt an Eiweiß verdient doch ſehr unſere Aufmerkſamkeit. Dieſes Eiweiß, welches in der Nahrung ſo ſehr geſucht wird, kommt hier natürlich nur aus dem Blut, um bald dahin wieder zurückzukehren. Ob es dabei einen Dienſt erfüllt, ob es deßhalb in großer Menge herbeigeführt wird, daß von andern Blutbeſtandtheilen ſo viel in die Pancreas durchgelaſſen wird, daß damit viel Eiweißſtoff austreten muß, iſt unbekannt.

Ich habe keine Erfahrung über die Pancreas-Flüſſigkeit und verweiſe daher auf das, was Andere darüber angegeben haben.

Leber.

Ein großes Organ wird in dem oberſten Theil der Bauchhöhle gefunden, welches auf den Stoffwechſel des thieriſchen Organismus einen wichtigen Einfluß ausübt und auf

die Verdauung nicht minder vermögend einwirkt. Es empfängt, außer dem Blut, wodurch das Organ selbst genährt wird, Blut von einer Ader, der Pfortader, und ist dadurch von allen andern abscheidenden Organen verschieden.

Obschon die chemische Zusammensetzung von Organen nur dann einiges Licht verbreiten kann, wenn der feinere Bau derselben in Betracht gezogen und durch Ragentien, unter dem Mikroskop angewendet, die Natur der zusammensetzenden Stoffe aufgespürt wird, so will ich doch von der Zusammensetzung der Leber mittheilen, daß, nach einer Analyse von Braconnot darin vorkommen:

Im Wasser unauflösliche Theile, worunter Gefäßhäute, Nerven, Bindegewebe ꝛc.	18,94
Im Wasser auflösliche Stoffe, zum großen Theil aus coagulirbarem Eiweiß bestehend	25,56
Wasser	55,50
	100,00

Eine bemerkenswerthe Zusammensetzung, worin der Eiweißstoff in Wasser auflöslich vorkommt und doch Form annimmt.

Uebrigens meine ich, daß weder die Analyse von Braconnot, noch die von Frommherz und Gugert für die Wissenschaft einigen Werth besitzt, und wäre es auch nur deshalb, weil die Bestandtheile der eingemengten Galle von denen der Leber nicht zu unterscheiden sind.

Galle.

Keine Flüssigkeit des thierischen Organismus ist so viel besprochen worden, wie die Galle. Berzelius, Thenard, Gmelin u. A. sahen darin ehedem ein Natronsalz einer eigenthümlichen Substanz, die unter verschiedenen Namen in die Wissenschaft aufgenommen wurde. Sie fanden andere

organiſche Körper damit gemengt, die ſie jedoch nicht als Hauptbeſtandtheile der Galle erkannten. Einige Jahre ſpäter ſtellte Berzelius eine neue und ausführliche Unterſuchung mit der Galle an, deren Reſultate durch ſpätere Unterſuchungen wieder ganz verworfen wurden. Und doch hat die Erfahrung gelehrt, daß Berzelius in dieſer Arbeit ein ſolches Muſter von chemiſcher Unterſuchung geliefert hat, daß ein Anderer alles vollkommen wahr und richtig findet, was er von der Galle aufgezeichnet hat, wenn er ſeiner Arbeit ohne Vorurtheil folgt.

Um dieſen Gegenſtand kurz zu behandeln, will ich hier anführen, was ich ſelbſt an der Ochſengalle geſehen habe und verweiſe den Leſer auf die verſchiedenen Quellen, wo dieſer Gegenſtand von Anderen behandelt iſt*)

In der Galle können einige Stoffe als beſtändig vorkommende (hykomende) andere als wechſelnde, ein einziger als Hauptſtoff der Flüſſigkeit angeſehen werden.

Die beſtändig vorkommenden ſind Chlormetalle (in dem Kabeljau ꝛc. Jodmetalle), ſchwefelſaure, phosphorſaure, kohlenſaure Salze von Natron und anderen alkaliſchen Baſen; Fette, worunter vorzüglich Choleſterin und nach der Art des Thiers verſchiedene verſeifbare Fette, wie Stearin, Margarin, Elain ꝛc., Seifen von fetten Säuren: Stearinſäure, Margarinſäure, Elainſäure ꝛc. Die Art dieſer Säuren und neutralen Fette wird ſich, wenn wir mehr Sorten von Galle von verſchiedenen Thieren kennen gelernt haben, wahrſcheinlich als ſehr verſchieden zeigen. Zwei gefärbte Körper in Ochſengalle, Biliverdin und Bilifulvin, Fleiſchextract und andere kleine Beimengungen, wegen

*) Berzelius Lehrbuch, Art. Galle — Jahresbericht, Bd. 22. S. 556, 50. Ann der Ch. und Pharm., Juli 1842 S. 1. — Liebig in Ann. der Ch. und Pharm. Oct. 1843, S. 79. — Journ. de Pharm. et de Ch., Tom 4, p. 259. — Thorer und Schloſſer in Ann. der Ch. und Pharm., Mai 1841 S. 235. — Plattner, ibid. Juli 1841, S. 106. Platner, Natur und Nutzen der Galle, Heidelberg 1815. — Gorup-Beſanez, Unterſuchungen über Galle, Erlangen 1846.

deren Beſonderheiten ich auf das Lehrbuch von Berzelius verweiſe.

Die wechſelnden Stoffe, deren Menge ſehr verſchieden ſein kann, ſind: harzartige ſtickſtofffreie Körper in Verbindung mit Natron und Ammoniak, und mit denſelben auflösliche Salze bildende, weiße, pulverförmige, in der Wärme ſchmelzbare, in Waſſer ziemlich unlösliche, in Alkohol ſehr auflösliche Stoffe, Fellinſäure und Cholinſäure genannt; Taurin, ein ſchwefelhaltiger, in Waſſer löslicher, in Alkohol unlöslicher kryſtalliſirbarer Körper.

Der Hauptſtoff iſt ein einziger: eine extractartige, äußerſt leicht veränderliche, ſüß-bitter ſchmeckende, in Alkohol und in Waſſer lösliche, in Aether unlösliche Subſtanz, die CHNOS enthält und als die Mutterſubſtanz der letztgenannten wechſelnden Beſtandtheile anzuſehen iſt; ſie wurde von Berzelius Bilin genannt. In ihrer Entdeckung liegt das Schöne der Gallen-Analyſe von Berzelius aufgeſchloſſen; in der Entwerfung ihres Characters iſt das Weſen der Galle chemiſch und phyſiologiſch ans Licht gebracht.

Es iſt das Bilin, welches durch die Leber abgeſchieden wird und in friſcher Galle den größten Theil der Maſſe ausmacht; aber da es ſich ſehr ſchnell verändert, findet man in der Galle in der Gallenblaſe, die darin ſtets kürzer oder länger verweilt hat, nicht bloß Bilin, ſondern dieſes mit ſeinen ſchon gebildeten Zerſetzungsproducten theils verbunden, theils gemengt. Die Zerſetzungsproducte ſind Fellinſäure, Cholinſäure, Ammoniak und Taurin, und, ſo weit man es weiß, keine anderen Stoffe. Die Umwandlung des Bilins in die genannten Stoffe geht ſtets fort, im Darmkanal, in der Gallenblaſe, und außerhalb derſelben, mit oder ohne Berührung mit Luft, bei höheren oder niederen Temperaturen, vorzüglich durch ſtarkes Trocknen der Galle, oder unter dem Einfluß von Säuren und Erwärmung. Immer ſind ſeine Zerſetzungsproducte Ammoniak, Taurin und die zwei harzartigen

Stoffe oder vier andere, die zu den zwei genannten in einer einfachen Beziehung ſtehen, in einer ſolchen, daß ſie bloß durch die Beſtandtheile des Waſſers davon verſchieden ſind; ſie ſind Dyslyſin, Fellanſäure, Cholanſäure und Cholſäure. Die zwei erſtgenannten harzartigen Säuren, Fellinſäure und Cholinſäure, ſind unter ſich auch bloß durch die Elemente von Waſſer verſchieden.

Daß in friſcher Galle gewöhnlich ein Gemenge von Fellin- und Cholinſäure in Verbindung mit Bilin vorkommt, hat Anlaß gegeben, alles für einen Körper zu halten, welchem man den Namen Choleinſäure gegeben hat. Dieſe iſt indeß, von Fetten und andern fremden Beimengungen befreit, in drei Stoffe zu ſcheiden, in Bilin, Fellinſäure und Cholinſäure. Die Scheidungsmittel, welche dazu dienen, ſind nicht im Stande, eine Metamorphoſe der urſprünglichen Subſtanz zu veranlaſſen; das Bilin ſeinerſeits kann durch Scheidungsmittel, welche wohl Metamorphoſe hervorbringen, zerſetzt werden in eine neue Menge Fellin- und Cholinſäure, und in Ammoniak und Taurin — z. B. durch Kochen des Bilins mit ſtarker Salzſäure — und an der Zuſammengeſetztheit der ſogenannten Choleinſäure iſt daher nicht mehr zu zweifeln.

Die ſogenannte Choleinſäure iſt ein veränderliches Gemenge von zwei Verbindungen von Bilin mit den genannten Säuren, Bilifellinſäure und Bilicholinſäure genannt.

Der Beweiß des Geſagten läßt ſich auf folgende Weiſe geben. Man miſcht friſche Galle, unmittelbar und noch warm aus der Gallenblaſe einer Kuh genommen, mit Alkohol, ſondert den Schleim durch Filtration ab, und fügt in Alkohol aufgelöſtes eſſigſaures Bleioxyd hinzu. Es entſteht ein Niederſchlag von ſchwefelſaurem, phosphorſaurem, kohlenſaurem Bleioxyd, von Chlorblei, ſtearinſaurem, margarinſaurem, elainſaurem Bleioxyd, von einer Verbindung von Gallengrün mit Bleioxyd. Den Niederſchlag filtrirt man ab und ſetzt zur Flüſſigkeit etwas Waſſer, wodurch noch eine Portion fettſaurer

Bleisalze niedergeschlagen wird, die man ebenfalls durch ein Filter entfernt. Setzt man dann zur durchgelaufenen Flüssigkeit Bleiessig im Ueberschuß und viel Wasser, so schlägt sich ein klebriges Bleisalz nieder, welches aus fellin-, cholin-, bilifellin- und bilicholinsaurem Bleioxyd besteht; man sondert es ab; die durchgelaufene Flüssigkeit, die wasserhell ist, zersetzt man durch Schwefelwasserstoff und filtrirt das Schwefelblei ab. Die Flüssigkeit, die durch Bleiessig nicht mehr gefällt wird, — und die freies Bilin, von aller Fellin- und Cholinsäure befreit, enthält — giebt nun, nach dem Verdampfen in der Wärme, mit Bleiessig wieder einen Niederschlag; das Bilin wurde während des Verdampfens metamorphosirt, und der Niederschlag ist wieder bilifellin- und bilicholinsaures Bleioxyd. Entfernt man den Niederschlag, und leitet man wieder Schwefelwasserstoff durch die Flüssigkeit und scheidet das Schwefelblei ab, so erhält man eine Flüssigkeit, die nach dem Verdampfen mit Bleiessig wieder einen Niederschlag giebt, die Folge einer abermaligen Metamorphose des Bilins.

In der Unmöglichkeit, hieraus reines Bilin zu erhalten, dampft man die vom Schwefelblei befreite Flüssigkeit zur Trockne ab. Sie enthält Ammoniak, wovon jedoch während des Verdampfens ein Theil in Verbindung mit Essigsäure verdampft, Taurin, essigsaures Natron in großer Menge, etwas Fellinsäure, Cholinsäure, viel Bilin und dunkel färbende Körper in Mengen, die im Stande sind, den Rückstand gelblich, selbst bräunlich zu machen, die aber bis jetzt auf keine Weise vollkommen zu scheiden waren; wahrscheinlich ist darunter das Bilifulvin.

Wird die trockne Masse mit absolutem Alkohol behandelt, so bleibt Taurin ungelöst. Aus der alkoholischen Lösung scheidet man das Natron durch Schwefelsäure ab, durch essigsaures Bleioxyd die überschüssige Schwefelsäure, dann durch Schwefelwasserstoff das Blei. Wird die filtrirte Flüssigkeit nun abgedampft, so hat man eine durch Bleiessig kaum (wegen

Spuren von Fellinsäure und Cholinsäure) noch fällbare Substanz, welche durch Salzsäure und Wärme zersetzt werden kann in Taurin, Salmiak, Fellinsäure, Cholinsäure und Dyslysin, drei Producte, die in verschiedenem Maaße entstehen, je nachdem die Wirkung fordauert; das Bilin ist dann ganz verschwunden, und hat einen, zwei oder drei harzartige Stoffe, und überdies Taurin und Ammoniak geliefert.

Der pflasterartige Niederschlag durch Bleiessig, wovon oben die Rede war, und welcher fellinsaures, cholinsaures, bilifellin- und bilicholinsaures Bleioxyd enthält, wird auf folgende Weise analysirt. Man knetet ihn mit Wasser gut aus, um alles anhängende Bilin und Taurin zu entfernen, und zieht ihn dann mit Alkohol aus. Dieser löst einen Theil nicht auf, welcher, außer kohlensaurem, cholinsaures Bleioxyd enthält. Wird die Lösung abgedampft, der Rückstand wieder mit Wasser vermischt, und einige Stunden mit einem Ueberschuß von Bleioxyd digerirt, so findet man in der Flüssigkeit Bilin, welches, wenn man die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff behandelt, filtrirt und verdampft, mit denselben Eigenschaften erhalten wird, wie dasjenige, was durch Bleiessig und Galle *nicht* praecipitirbar war; es wird, nach der Abscheidung, auch jetzt dadurch nicht, oder kaum merklich, niedergeschlagen, und giebt bei der Zersetzung durch Salzsäure wieder Taurin, Ammoniak und Fellinsäure, Cholinsäure oder Dyslysin, je nachdem die Einwirkung kürzere oder längere Zeit fortgesetzt wird.

Wird die vom Wasser nicht gelöste, einen Ueberschuß von Bleioxyd enthaltende Masse in Alkohol vertheilt, mit Schwefelwasserstoff behandelt, filtrirt und abgedampft, so erhält man eine Masse, von welcher ein Theil sich in Barytwasser auflöst, ein anderer nicht. Der letztere enthält Fellinsäure und etwas Cholinsäure. Das im Barytwasser Auflösliche ist Fellinsäure mit weniger Bilin, wie in dem ursprünglichen pflasterartigen Niederschlag enthalten war.

Dadurch ist denn die Existenz einer indifferenten, mit Basen nicht verbindbaren Materie in der Galle, des Bilins, bewiesen; dadurch ist zugleich festgestellt — da die letzten Zersetzungsproducte des Bilins Taurin, Ammoniak, Fellinsäure, Cholinsäure (und Dyslysin) sind — daß diese schon in frischer Galle vorhandenen vier Körper aus keiner andern Quelle abgeleitet zu werden brauchen, wie aus dem Bilin, welches so leicht darin umgesetzt wird unter dem Einfluß von Selbstzersetzung bei gewöhnlicher Temperatur, unter dem von Säuren und Wärme, und selbst beim bloßen Trocknen des Bilins bei 100°.

Zur Zusammensetzung des Bilins aufzusteigen, ist unmöglich, weil es sich stets metamorphosirt, und darum ist es auch unmöglich, mit Sicherheit zur Zusammensetzung der Bilifellin- und Bilicholinsäure zu gelangen. Im Minimum Bilin enthaltend, bekommt man gleichwohl ein Gemenge, welches annäherungsweise einige Vorstellung von der Zusammensetzung des Bilins giebt; aber die sogenannte Choleinsäure, welche ein Gemenge von Fellinsäure, Cholinsäure, Bilifellin- und Bilicholinsäure im Maximum von Bilin ist, muß ihrer Natur nach den Untersuchern sehr verschiedene Resultate darbieten.

Wird Galle einige Wochen aufbewahrt, so wird das Bilin ganz metamorphosirt, und die Fellin- und Cholinsäure, welche mit Ammoniak und Taurin dabei entstehen, in zwei andere harzartige Säuren verwandelt, die die Stelle der zwei genannten einnehmen, sie sind Fellan- und Cholansäure.

Läßt man Galle ganz verfaulen, so verschwinden auch diese zwei letzten, und an ihre Stelle tritt eine krystallinische Säure, welche Cholsäure genannt wird und die auch zu entstehen scheint, wenn Bilifellinsäure mit Kali gekocht wird.

Nach den analytischen Resultaten über diese Körper zu urtheilen, wobei jedoch eine richtige Aequivalentbestimmung bei

einigen fehlt, kann man ihnen die folgenden Formeln beilegen

Dyslyſin = C_{50} H_{72} O_6

Es iſt das letzte Zerſetzungsproduct des Bilins (unter Bildung von Ammoniak und Taurin) bei Behandlung deſſelben mit Salzſäure, iſt unlöslich in Alkohol, löslich in Aether*).

Cholinſäure = C_{50} H_{76} O_8 + RO.

Vorletztes Zerſetzungsproduct des Bilins durch Salzſäure; bildet in Alkohol und in Waſſer unlösliche Blei- und Barytſalze.**)

Fellinſäure = C_{50} H_{80} O_{10} + RO.

Erſtes Zerſetzungsproduct des Bilins durch Salzſäure und der Galle durch Selbſtzerlegung; kommt immer mit Cholinſäure vermengt vor in friſcher Galle; bildet in Alkohol lösliche

---

*) Dyslyſin aus Galle, welche durch Thierkohle entfärbt und durch Salzſäure zerſetzt wurde (I); aus Bilin, durch Salzſäure zerſetzt (II):

C = 75,12

	I.	II.	At.	ber.
C	77,12	77,14	77,10	100 — 77,26
H	9,56	9,22	9,22	146 — 9,37
O	13,32	13,64	13,68	13 — 13,37

Dieſe Proben waren in Alkohol unlöslich. Ein aus kochendem Alkohol abgeſchiedenes Dyslyſin aus mit thieriſcher Kohle entfärbter Galle, durch Salzſäure zerſetzt, dargeſtellt, gab (I), ein ſolches durch Zerſetzung von Fellanſäure mit Salzſäure dargeſtelltes gab (II);

C = 75,12.

	At.	ber.
C — 76,68 — 76,38	100	76,38
H — 9,76 — 9,34	148	9,39
O — 13,56 — 14,28	14	14,23

Dieſe Formeln ſtellen vor: C_{50} H_{72} O_6 + ½ H_2O

C_{50} H_{72} O_6 + H_2O.

Es giebt ein Dyslyſin, welches in Aether unlöslich iſt, eben ſo wie in Alkohol. ſeine Zuſammenſetzung iſt wahrſcheinlich:

C_{50} H_{72} O_6.

und das erſtgenannte eine Verbindung des waſſerfreien mit dem erſten Hydrat (Scheik Ond., Deel IV.)

**) Von der Cholinſäure iſt es bis jetzt unmöglich geweſen, mit Genauigkeit das Atomgewicht zu beſtimmen. In einem ſauren Barytſalz von durch Salzſäure bereiteter Cholinſäure war die Zuſammenſetzung der Säure:

C = 75,12.

	gef.	At.	ber.
C	73,59	100	73,84
H	9,88	154	9,45
O	16,23	17	16,71

Die Formel, welche bloß als Reſultat der Analyſe betrachtet werden muß, ſtellt vor C_{50} H_{76} O_8 für die waſſerfreie Cholinſäure (ibid.).

Blei- und Barytſalze, in Waſſer unlösliche. Cholinſäure und Fellinſäure bilden mit Bilin gern gepaarte Säuren*).

*) Die Fellinſäure, durch Salzſäure bereitet, gab in:

	einem ſauren Salz:			einem neutralen Salz von Baryt.		
C = 75,12.	gef.	At.	ber.	gef.	At.	ber.
C	70,73	100	70,71	71,96	50	71,48
H	9,75	162	9,52	9,60	80	9,50
O	19,49	21	19,77	18,44	10	19,02

Fellinſäure aus friſcher Galle ſelbſt abgeſondert, theils durch einfache Erwärmung aus dem Bilin gebildet, und theils ſchon in friſcher Galle vorhanden, gab in einem beinahe neutralen Bleiſalz:

C = 75,12.

C 71,80
H 9,80
O 18,40

Auch bei Fellinſäure iſt es ſchwer, gut gebildete Salze zu bekommen; die genannten Barytverbindungen gaben 8,2 und 16,5 Proc. BaO; welches nahe kommt der Formel $C_{50}\ H_{80}\ O_{10} + H_2\ O$ für das Biffellinat und $C_{50}\ H_{80}\ O_{10}$ für das neutrale Salz.

Auch eine reine Fellinſäure iſt ſehr ſchwer zu bereiten; ſie enthält entweder Bilin- oder Chalinſäure.

Gemenge von Fellin- und Cholinſäure, aus der friſchen Galle abgeſetzt, gaben (I); aus durch thieriſche Kohle entfärbter Galle, mit Aether ausgezogen und mit Salzſäure zerſetzt (II); hieraus die Säure frei gemacht (III);

C = 75,12.

	I.		II.		III.
	In einem ſauren Barytſalz	Beinahe neutrales Barytſalz	Neutrales Barytſalz	Baſiſches Salz	
C	72,81	72,41	72,79	72,63	72,10
H	10,20	10,07	9,97	9,96	9,68
O	16,99	17,52	17,24	17,41	18,82

Dieſes Gemenge ſcheint, nach den Reſultaten der Analyſen von Stoffen ſehr verſchiedenen Urſprungs, ſehr conſtant zu ſein. (Scheik. Ond. Deel IV.)

Indem Galle einige Stunden mit verdünnter Schwefelſäure gekocht, der daraus Stoff mit Waſſer ausgeſpült, mit Alkohol behandelt, die Tinctur durch thieriſche Kohle entfärbt, eſſigſaures Bleioxyd zugeſetzt, und Waſſer hinzugefügt wurde, entſtand ein Bleiſalz, welches 13,26 Proc. Bleioxyd gab, und für die organiſche Materie:

C — 72,64
H — 9,53
O — 17,73

Dies iſt wiederum die Zuſammenſetzung des Gemenges von Fellin- und Cholinſäure. Es ſcheint alſo, daß ſie nach Aequivalenten ſich mit einander verbinden können und verbunden bleiben.

	At.	ber.
C	100	73,04
H	156	9,48
O	19	17,50.

Aber es iſt weit davon, daß man bei der Bereitung dieſer Stoffe immer eine ſolche Verbindung bekäme; mehrentheils iſt es ein Gemenge in ungleichem Verhältniß der zwei Säuren, und auch hier hatten wir wieder kein Bleiſalz, welches eine Menge Baſis enthielte, woraus mit einigem Grund das Atomgewicht der Chalinſäure abgeleitet werden könnte.

Fellanſäure = C_{50} H_{78} O_9 + RO

kommt in alter Galle vor, iſt eben ſo wie die zwei letzten im Waſſer wenig, in Alkohol leicht löslich, bildet mit Baryt ein im Alkohol und im Waſſer leicht auflösliches Salz*).

Es iſt dies Gemenge aus Fellin- und Cholinſäure, welches Choloidinſäure genannt wurde, und welches Demarçay faſt aus derſelben Zuſammenſetzung erhielt. Daß es ein Gemenge iſt, geht daraus hervor, daß man ein im Waſſer auflösliches und ein unlösliches Ammoniakſalz, und ein in Alkohol lösliches und ein unlösliches Blei- und Barytſalz daraus machen kann, die alle unter Umſtänden entſtehen, wo ſie neutral werden können. Demarçay fand für dieſes Gemenge:

C = 76,437.

C — 73,52 — 73,30
H — 9,38 — 9,51
O — 16,90 — 17,19

Theyer und Schlaffer ſcheinen durch Oxalſäure aus Galle ausſchließlich Fellanſäure bereitet zu haben.

C = 76,437.

C — 72,23 — 72,48 — 71,99
H — 10,10 — 9,02 — 9,30
O — 17,67 — 18,50 — 18,71

*) Die Fellanſäure giebt im freien Zuſtande:

C = 75,12.

	gef.	At.	ber.
C	70,74 —	71,28 —	50 — 71,48
H	9,90 —	9,85 —	80 — 9,50
O	19,36 —	18,87 —	10 — 19,02

In einem Silberſalz, welches 8,16 Proc. AgO enthielt:

C = 75,12.

	gef.	At.	ber.
C	72,21 —	150 —	71,98
H	9,81 —	238 —	9,50
O	17,98 —	29 —	18,52.

Nach der Formel hätte man 8,48 AgO erhalten müſſen. Ein ſaures Barytſalz gab 8 Proc. BaO; die Formel verlangt 8,4 Proc.

C = 75,12

C 71,90 — 100 — 72,24
H 9,63 — 158 — 9,48
O 18,47 — 19 — 18,28

Die waſſerfreie Fellanſäure iſt alſo C_{50} H_{78} O_9 (Scheik. Onderz., Deel IV.) Goup-Beſanez fand in der freien Fellanſäure:

C = 75

C 72,51 — 72, 97
H 9,78 — 9,86
O 17,71 — 17,17.

Eine Säure aus dieſer Zuſammenſetzung erhielt ich durch Kochen der Fellanſäure mit Kali; ſie bildete indeß nachher kein auflösliches Barytſalz mehr; vielleicht war ſie dadurch Cholanſäure geworden, nämlich:

C = 75,12

C 72,17 — 71,92
H 9,86 — 9,84
O 17,97 — 18,24.

(Scheik. Onderz., D IV.).

Cholansäure, unbekannt hinsichtlich der Zusammensetzung.

Weiß, kann zu Pulver zerrieben werden, so wie alle vier vorhergehende; sehr wenig im Wasser, leicht in Alkohol löslich, bildet mit Baryt ein im Wasser und in Alkohol unauflösliches Salz.

Cholsäure = C_{50} H_{82} O_{11} (?).

Krystallinisch, aus ihren alkalischen Verbindungen krystallinisch fällbar, bildet mit vielen Basen krystallisirbare Verbindungen *)

Aus diesen Kennzeichen, die blos deshalb aufgenommen sind, um den Unterschied auszudrücken, und die bei Berzelius (u. a. A.) näher verglichen werden können, folgt ein gewisser Verband zwischen den meisten dieser Stoffe. Ihre Zusammensetzung läßt sich, von Dyslysin ausgehend, wie folgt, herleiten:

Dyslysin	C_{50} H_{72} O_6
Desgl. aus Alkohol abgesetzt	C_{50} H_{72} O_6 + H_2O
Cholinsäure	C_{50} H_{72} O_6 + $2H_2O$
Fellansäure	C_{50} H_{72} O_6 + $3H_2O$
Fellinsäure	C_{50} H_{72} O_6 + $4H_2O$
Cholsäure	C_{50} H_{72} O_6 + $5H_2O$ (?)

Vor Allen haben wir also einen Ausdruck in den Elementen von Dyslysin und denen von Wasser, und ihre leichte

*) Die Cholsäure aus verfaulter Galle dargestellt, fand Gorup-Besanez bestehend aus:

C = 75.

		Atom.	ber.
C	69,34 — 69,59	100	— 69,25
H	9,98 — 10,08	166	— 9,55
O	20,68 — 20,33	23	— 21,20.

Ob wiefern die Berechnung, welche ich hier hinzugefügt habe, gut ist, muß eine nähere Untersuchung lehren. Sie drückt aus:

2 (C_{50} H_{72} O_6) + 11 H_2 O.

Wahrscheinlich ist die Säure in den Salzen = C_{50} H_{80} O_{10}.

Das Resultat von Theyer und Schlosser von Cholsäure, welche durch Kochen der Galle mit Kali erhalten wurde, kommt mit dem von Gorup-Besanez vollkommen überein:

C = 76,437

C	70,10 — 70,07
H	9,79 — 9,85
O	20,11 — 20,8

Verwandlung in einander ist dadurch angedeutet. Die Cholsäure, Cholansäure, Fellansäure, Fellinsäure, Cholinsäure können sämmtlich Dyslysin hervorbringen, unter dem Einfluß von Salzsäure und Wärme und von den drei letzten ist bewiesen, daß dabei nichts andres zugleich entsteht; von den zwei ersten ist dies noch nicht untersucht.

Umgekehrt kann Dyslysin durch Erwärmung in einer alkoholischen Kalilösung wieder in Cholinsäure und Fellinsäure zurückgeführt werden. Als Prototyp können wir uns also die Elemente von Dyslysin in allen diesen Körpern vorstellen.

Diese harzartigen Körper sind dann Zersetzungsproducte des Bilins, verschieden nach Verschiedenheit der Umstände, denen das Bilin ausgesetzt ist; aber dazu fügen sich immer noch zwei andere Körper, Ammoniak und Taurin. Das letztere ist, nach der glücklichen Entdeckung von Redtenbacher, schwefelhaltig*). Daß dieser krystallinische Stoff aus dem Bilin entsteht, ist vollständig bewiesen. Das Bilin muß also Schwefel enthalten und enthält ihn auch wirklich. Die Bilifellinsäure enthält um so mehr Schwefel, jemehr Bilin darin vorkommt.

Dieß giebt dann Gelegenheit, von den Elementar-Analysen aufzusteigen, zu dem, was in Bilin vorkommen muß, da $N_2\ H_6$, $C_4\ H_{14}\ N_2\ O_6\ S_2$ und $C_{51}\ H_{72}\ O_6$ + Wasser die einzigen Producte seiner Zersetzung sind.

Eine Bilifellinsäure im Minimum von Bilin hat, aus nicht ganz frischer Galle bereitet, nach vielen Analysen als Zusammensetzung geben:

$$C_{102}\ H_{172}\ N_4\ O_{21}\ S^{**})$$

---

*) C = 75

Taurin.
C 19,2
H 5,6
N 11,2
O 38,4
S 25,6.

**) Ich führe hier blos die Salze an, über deren Reinheit kein Zweifel ist. In einem Bleisalz, welches 19,51 Proc. Bleioxyd enthielt, wurde gefunden:

Eine Bilifellinſäure im Maximum von Bilin hat eine ganz andere Formel:

$$C_{79}\ H_{146}\ N_4\ O_{24}\ S_2$$ *)

C = 75,12

	gef	At.	ber.
C	67,36	102	67,31
H	9,21	172	9,40
N	2,85	4	3,08
O	18,91	21	18,45
S	1,67	1	1,76

Die Formel giebt als Miſchungsgewicht 11361 × ½ = 5681; das Bleioxyd giebt 5733

Ein Barytſalz, welches gleichfalls rein war, gab 14,22 Proc. BaO, was 5761 für das Miſchungsgewicht der organiſchen Subſtanz giebt:

C = 75,12.

	gef.
C	66,83
H	9,33
N	3,00
O	19,25
S	1,59

Zwanzig Analyſen anderer Salze haben vollkommen daſſelbe Reſultat gegeben (Scheik. Ond., D, IV.) In den „holländiſchen Beiträgen" habe ich für dieſe Subſtanz, als ich ſie noch nicht auf Schwefel unterſucht hatte, die Formel

$$C_{52}\ H_{84}\ N_2\ O_{12}$$

in den waſſerfreien Salzen berechnet.

*) Ein Barytſalz gab für die organiſche Subſtanz:

C = 75,12.

	gef.	At.	ber.
C	58,72	79	59,36
H	8,76	146	9,11
N	4,09	4	3,51
O	24,70	24	24,00
S	3,73	2	4,00.

(Scheik. Onderz., Deel IV.)

Im Mittel von Bilingehalt erhält man für die Bilifellinſäure.

C = 75,12.

C	63,5
H	8,9

und für den Barytgehalt in 100 Th. der Verbindung: 14,22 — 12,09 — 13,33 — 14,63. Die letzt mitgetheilte Formel drückt daher blos eine gewiſſe Beziehung aus von den Stoffen, welche in dieſem Gemenge vorkommen.

Was, bei 130° gut getrocknet, 63,5 Kohlenſtoff gegeben hat, iſt ein ſolches Gemenge, welches man auf keine Weiſe mit einem beſtimmten Körper verwechſeln kann, denn bei Behandlung mit Waſſer bleibt davon ⅛ bis ¼ an Fellin- und Cholinſäure un. auflöslich zurück. Ich habe daher keine Formel geſucht, um ſeine Zuſammenſetzung auszudrücken. Daß es nicht die ſogenannte Choleinſäure iſt, welche Demarçay, Kemp, Enderlin, Theyer und Schloſſer unterſucht haben, habe ich anderswo bewieſen, (Scheik. Onderz., Deel. IV.), da dieſe ihre Stoffe bei 100° getrocknet haben, und ſie bei dieſer Temperatur nicht trocken zu erhalten ſind.

Die Verſuche, welche angeſtellt wurden, Galle als ein Natronſalz erſcheinen zu laſſen, ſind ſtets mit Stoffen angeſtellt, welche Chlormetalle, ſchwefelſaure und phosphorſaure Salze enthielten. Selbſt kryſtalliſirte Galle iſt davon nicht frei, und enthält außer Natron auch Ammoniak als Baſis. Die kryſtalliſirte Galle (Bilifellin-

Vergleichen wir indeß dieſe Gemenge zuſammen, ſo finden wir zwiſchen ihnen eine innige Beziehung und behalten wir dabei im Auge, daß bloß Taurin, Ammoniak und $C_{50}\ H_{72}\ O_6$ daraus bei ſehr verſchiedenen Zerſetzungen zum Vorſchein kommen, ſo giebt das erſte:

$4 \times C_{50}\ H_{78}\ O_9$	$=$	C_{200}	H_{312}		O_{36}	
1 Aeq. Taurin	$=$	C_4	H_{14}	N_2	O_6	S_2
3 — Ammoniak	$=$		H_{18}	N_6		
		C_{204}	H_{344}	N_8	O_{42}	S_2
	2)	C_{102}	H_{172}	N_4	O_{21}	S

während die zweite vorſtellt:

$3 \times C_{50}\ H_{84}\ O_{12}$	$=$	C_{150}	H_{252}		O_{36}	
2 Aeq. Taurin	$=$	C_8	H_{28}	N_4	O_{12}	S_4
2 — Ammoniak	$=$		H_{12}	N_4		
		C_{158}	H_{292}	N_8	O_{48}	S_4
	2)	C_{79}	H_{146}	N_4	O_{24}	S_2.

Dieſe Formeln ſind nichts weiter als Beiſpiele; ſie drücken

ſäure im Mittel von Bilin mit freier Fellin- und freier Cholinſäure, zuſammen in Verbindung mit Natron und Ammoniak), läßt ſich nicht ohne Zerſetzung trocknen. Ihre Zuſammenſetzung bleibt daher unbekannt, außer daß ſie ein Gemenge iſt.

Wenn die Verbindungen und die Gemenge von Bilin mit Fellin- und Cholinſäure ein Miſchungsgewicht haben, ſo kann dies in keinem Fall kleiner ſein, wie 5600, denn für keine Sodaſtoff, die frei von ſchwefelſauren und phosphorſauren Salzen und von Chlormetallen war, mochte ſie aus friſcher oder ſchon einige Zeit aufbewahrter Galle erhalten ſein, hat man für das Miſchungsgewicht eine geringere Zahl gefunden. — Aber, ſo wie bemerkt worden, fügt ſich ein Theil Ammoniak, aus der Zerſetzung des Bilins hervorgegangen, der unvermeidlichen Baſis, nach welcher das Miſchungsgewicht abgeleitet werden ſoll, hinzu, und die Menge dieſes Ammoniaks iſt auf keine Weiſe zu erkennen.

In der kryſtalliſirten Galle, wie viele Male man ſie auch mit Aether ausgezogen haben mag, ſind noch Seifen vorhanden, deren fette Säuren zum Vorſchein kommen, wenn man das Natron durch eine Säure davon trennt.

Endlich iſt es unmöglich, friſche Galle ganz kryſtalliſiren zu laſſen; es bleibt eine große Menge Bilin übrig, die nicht kryſtalliſirt. Iſt die Galle aus Alkohol durch Aether gänzlich kryſtalliſirbar, ſo iſt ſie ſtets ſchon ſehr verändert, und giebt kein Bild mehr von der Galle in der Gallenblaſe, noch viel weniger von der Galle beim Eintritt in dieſelbe. Zu dieſer Veränderung iſt weiter nichts nöthig, als die weingeiſtige Auflöſung der Galle einige Tage aufzubewahren. Die friſche Galle auf die im Text angegebene Weiſe unterſucht, wird ihrer Bezeichnung als choleinſaures Natron Lebewohl ſagen müſſen, oder man muß ſehend blind ſein wollen.

bloß eine Zuſammenſetzung aus von Verbindungen von Bilin mit Fellinſäure, die möglicher Weiſe in guter chemiſcher Beziehung beſtehen, die erſtere ſelbſt wahrſcheinlich, weil ſie bei Wiederholung immer wieder zum Vorſchein kam, ſtets mit derſelben Zuſammenſetzung; ſie können indeß nicht für Ausdrücke eines Körpers gelten, ſondern befaſſen wenigſtens zwei Körper, Bilin und Fellinſäure, und da wir nicht wiſſen, wie viel von dem einen und dem andern darin vorkommt, ſo ſind wir in Betreff der Zuſammenſetzung des Bilins immer noch im Ungewiſſen, ſelbſt nach dieſen Analyſen.

So viel mag indeß aus dem Mitgetheilten abgeleitet werden, daß die Galle wirklich nicht ein Natronſalz von einer Säure iſt, ſondern jede Säure, die in der Galle vorkommt, als ein Zerſetzungsproduct angeſehen werden muß, ebenſo wie Taurin und Ammoniak.

Das Bilin ſelbſt muß alſo die Elemente von Taurin, von den genannten Säuren, von Ammoniak, mit oder ohne Waſſer, enthalten, aber in welchem Verhältniß, iſt noch unbekannt und wird wohl auch unbekannt bleiben.

Es iſt gerade dieſe leichte Zerſetzbarkeit, welche die Galle zu einem Secret macht, welches chemiſche Wirkſamkeit in andern Stoffen hervorrufen kann; ohne dieſe Eigenſchaft würde ſie ihre phyſiologiſche Stellung nicht einnehmen, würde ſie dem Dienſt, den ſie erfüllen ſoll, nicht genügen. Bei vielen Thieren wird ſie ins Duodenum ausgeſchüttet, und bleibt von dieſem Augenblick an keinen Augenblick daſſelbe; das Bilin nimmt immer mehr ab, die Fellinſäure und Cholinſäure nehmen zu und verbinden ſich mit dem Ammoniak der Bilin-Metamorphoſe und dem Natron, welches ſtets in der Galle iſt, und welches urſprünglich wahrſcheinlich ganz und gar als kohlenſaures Natron vorhanden war; immer iſt ein kohlenſaures Salz in friſcher Galle zu finden. An keiner Stelle des Speiſekanals iſt daher dieſelbe Galle vorhanden, ſondern an den untern Stellen immer weniger Bilin, immer

mehr fellin- und cholinsaures Natron und Ammoniak, so daß zum Schluß das Bilin gänzlich zersetzt ist.

Von der Galle kehrt also wohl nichts zum Blut zurück, und was dahin zurückkehrt, ist sicher kein Bilin, denn dieses kann weder der Einwirkung des sauren Inhalts der dünnen Därme, noch der alkalischen Stoffe der dicken Därme unter den vorhandenen Umständen widerstehen, und in den Excreten müssen deßhalb Fellinate und Cholinate von Natron und Ammoniak vorkommen; wahrscheinlicher selbst freie Fellin- und Cholinsäure, weil Kohlensäure die alkalischen Salze dieser Säuren zersetzen kann, und endlich vielleicht Dyslysin. Für jeden Theil des Darmkanals ist daher der von der Galle ausgehende Reiz ein anderer; in der That eine treffliche Einrichtung, durch einen einzigen Stoff bewirkt!

Hinsichtlich der Entstehung der Galle ist zunächst zu bemerken, daß die Fette, nach einer allgemeinen, wohl befestigten Erfahrung, auf ihre Abscheidung großen Einfluß ausüben. Die Fette nun, aus Oxyden von nCH_2 zusammengesetzt, müssen, wenn sie die Elemente von Fellinsäure z. B. liefern sollen, (C_{50} H_{80} O_{10} = 10 C_5 H_8 O) Wasserstoff verlieren. Denken wir uns eine Fettart

$$50\ CH_2 + O_4,$$

so haben wir C_{50} H_{100} O_4. Sollen hieraus die Elemente von Bilin geliefert werden, welche bei ihrer Metamorphose Fellinsäure bilden sollen, so müssen H_{20} oxydirt und außerdem noch O_6 hinzugefügt werden, also O_{16} hinzutreten. Wie die Gallenbildung, die Entstehung des Bilins nun zu Stande kommt, ist unbekannt, aber da die Gallenbildung durch den Genuß von Fetten befördert wird, so werden diese, indem sie geradezu dazu dienen, Sauerstoff aufnehmen müssen, und die Bildung der Galle geschieht daher nicht in dem systema portarum, sondern in dem arteriellen System

Zweitens müssen die Elemente von Ammoniak zur Bilinbildung hinzutreten.

Aber drittens die von Taurin.

Dieſes Taurin, reich an Schwefel, muß ſeine Entſtehung ableiten von der Zerſetzung einer ſchwefelhaltigen Subſtanz im Organismus; welcher, iſt unbekannt. Wäre das Hinzutreten von Schwefel erklärt, ſo gäbe es eine einfache Beziehung zwiſchen der Bildung von Leimzucker — einem Beſtandtheile von Hippurſäure — und der von Taurin; beide unterſcheiden ſich doch zunächſt durch 4 H_2O; aber der Urſprung des Schwefels, welcher einen viel weſentlicheren Unterſchied macht, bleibt dabei im Dunkeln:

2 Aeq. Taurin	$= C_8\ H_{28}\ N_4\ O_{12}\ S_4$
Leimzucker	$= C_8\ H_{20}\ N_4\ O_8$
	$H_8\quad O_4\ S_4$

Entſteht nun Leimzucker aus Zucker und Harnſtoff:

Harnſtoff	$= C_2\ H_8\ N_4\ O_2$
Zucker	$= C_6\ H_{12}\quad O_6$
	$C_8\ H_{20}\ N_4\ O_8,$

ſo läßt ſich — wenn das Hinzutreten des Schwefels erklärt wäre, — eine abwechſelnde Abſcheidung von Harnſtoff oder Hippurſäure durch den Harn, und von Galle durch die Leber denken, indem Fette vorhanden ſind, welche unter oxydirenden Einflüſſen die Elemente von Fellinſäure liefern können, und Ammoniak hinzutritt.

Dies alles muß der Zukunft überlaſſen werden; es iſt nicht mehr als eine Richtung, in welcher man verſuchen kann, die Umſetzung zu Stande zu bringen; wiſſenſchaftliche Gründe, um derartige Bildung von Taurin aufzuklären, fehlen uns noch gänzlich, hinſichtlich des Schwefelgehaltes deſſelben.

Gleichwohl iſt es ſicher, daß dieſer Schwefel von der Zerſetzung von Schwefel-Proteinverbindungen herrührt. Das alkaliſche Blut läßt ſtets etwas Protein im Blut entſtehen, während zugleich Schwefelnatrium und unterſchwefligſaures

Natron gebildet werden; letzteres Salz kann an Leimzucker, der im Entstehen begriffen ist, Schwefel abgeben, um die Gruppe zu liefern, welche bei der Zersetzung des Bilins als Taurin daraus zum Vorschein kommt. Der lose Zusammenhang der Bestandtheile des Bilins giebt Grund dazu, seine Entstehung von den Stoffen abzuleiten, in welche es so leicht zerfällt, und wie sehr ich meine, daß wir nicht sagen dürfen: Bilin besteht aus Taurin, Ammoniak, C_{50} H_{72} O_6 und den Bestandtheilen von Wasser, so sind wir doch nicht weit von der Wahrheit, wenn wir uns die Körper im Bilin denken, in welche es so leicht zerfällt, und aus denen es auch vielleicht gebildet wird. Der Zucker, welcher aus dem Amygdalin zum Vorschein kommt, ist in demselben vorhanden, und wird nicht erst gebildet bei seiner Zersetzung durch Synaptas; der in den Mandeln vorkommende Zucker ist bei der Bildung des Amygdalins in dasselbe aufgenommen. Von der Blausäure und dem Benzoylwasserstoff wissen wir dies nicht.

Bei der Bildung der Galle kann Taurin, durch Zersetzung von Protein entstanden, in Verbindung treten mit einem Wasserstoff verlierenden Fett, und diese zusammen Ammoniak aufnehmen, um eine einzige, aber sehr lose zusammenhängende Gruppe zu bilden: Bilin.

Aber darüber läßt sich durch Versuche nichts ausmitteln, und ich will mich daher begnügen, 1) auf die wohl bewiesene Bildung der Galle aus Fetten hinzuweisen, welche Fette daher das Material zu den Bestandtheilen von Bilin liefern müssen, die in Fellinsäure ic. zerfallen: 2) anzumerken, daß Fette allein keine Galle hervorbringen können, wegen des Schwefelgehaltes des aus Bilin hervortretenden Taurins und wegen der Ammoniak bildenden Bestandtheile des Bilins; 3) hervorzuheben, daß, wenn Taurin aus Harnstoff und Zucker oder Leimzucker entsteht, dies vermuthlich unter dem Einfluß von S_2 O_2 geschieht. Es geht namentlich aus meinen letzten Untersuchungen über Protein hervor (Scheik. Ond., Deel IV., p. 195), daß

Eiweiß, Fibrin, Caſein, Horn, Fiſchbein (balein) ꝛc. ſämmtlich aus Protein und Sulphamid beſtehen, und daß bei Behandlung dieſer Körper mit Alkalien ſtets $N_2 H_6$ und $S_2 O_2$ gebildet werden, welche letztere in größerem oder geringerem Maaße mit dem Protein verbunden wird. Die Verbindung muß daher im Blut vorkommen, und es iſt alſo unterſchweflige Säure im Blut vorhanden, welche mit Leimzucker, einem Zerſetzungsproduct von leimgebendem Gewebe, vereinigt werden kann:

$$\begin{array}{rl} \text{Leimzucker } C_8 H_{20} N_4 O_8 & \\ \qquad\qquad\qquad\quad O_4 S_4 & \\ \hline C_8 H_{20} N_4 O_{12} S_4 & \end{array}$$

Es fehlen hier H_8, um 2 Aeq. Taurin zu bilden.

Wir ſahen nun, daß, indem $C_{50} H_{80} N_{10}$, d. i. Fellinſäure (welche wir als Type der Bilinbildung angenommen haben) aus einem Fettſtoff $C_{50} H_{100} O_4$ entſteht, H_{20} frei werden.

Wenn alſo ein Fettſtoff Waſſerſtoff verliert, indem er Bilin liefert, ſo kann dieſer Waſſerſtoff in einem andern Beſtandtheil der compleren Gruppe, im Taurin, Platz finden.

Was hieran auch ſein mag, das Taurin enthält den Schwefel nicht als SN_2H_4, ſo wie er in den Proteinverbindungen vorkommt, denn es bildet, unter dem Einfluß eines Alkali und der Siedhitze kein Schwefelblei, wenn Bleizucker hinzugefügt wird. Es iſt alſo eine Oxy-Schwefelverbindung, und unter den Einflüſſen, unter denen Taurin entſtanden, iſt eine niedrige Oxydationsſtufe des Schwefels am wahrſcheinlichſten. Die niedrigſte, die wir kennen, iſt im Blut, nämlich: $S_2 O_2$.

Das Taurin gehört zu einer ganz anderen Klaſſe von Schwefelverbindungen wie das Cyſtin.

Es bleibt uns noch übrig, von einigen Beſtandtheilen der Galle zu ſprechen, die wir in dem kurzen Ueberblick, den wir

über ihre Hauptbestandtheile gegeben haben, nur flüchtig berührten.

Biliverdin. Es ist ein grüner Farbestoff der Galle, welcher durch Basen niedergeschlagen wird. Berzelius schlug es durch Barytwasser aus der weingeistigen Auflösung nieder, welche von Schleim befreit war. Sie läßt sich auch durch neutrales essigsaures Bleioxyd aus einer Alkohollösung der Galle niederschlagen. Auch durch Chlorbaryum wird sie gefällt. Zieht man es mit Salzsäure und die anhängende Stearinsäure durch Aether aus, so erhält man das Biliverdin nach Berzelius in allen Stücken mit Chlorophyl übereinstimmend.

Scherer hat (Ann. der Chem. und Pharm., März 1845, p. 377) den Gallenfarbstoff untersucht. Er schied ihn aus dem Urin eines Ictericus ab*) und wohl durch Chlorbaryum. Der Farbstoff der Galle, der sich so schnell verändert, konnte dabei natürlich nicht unverändert erhalten werden. Er war schön grün, in Wasser fast unlöslich, in Alkohol leichter, in Aether wenig löslich. In Alkalien aufgelöst, wurde er braungelb. Scherer fand ihn zusammengesetzt aus:

C	67,409	67,761	68,192
H	7,692	7,598	7,473
N	6,704	6,704	7,074
O	18,195	17,937	17,261.

Wird er an der Luft mit Salzsäure und mit kohlensaurem Natron digerirt, so werden die Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff geringer. Er wird also dabei verändert.

Den Farbstoff aus Gallensteinen fand er zusammengesetzt aus:

---

*) Was Bemerkung verdient, ist, daß er kein Bilin oder Zersetzungsproducte desselben im Urin fand, eben so wenig in dem Blut desselben Patienten. Inzwischen fand Scherer auch kein Bilin oder ihre Zersetzungsproducte in einer ausgebrochenen grünen Masse, welche viel Gallenfarbstoff, durch Salzsäure in der Farbe verändert enthielt, und er schließt daraus mit Recht, daß das Bilin zu schnell zersetzt wird, als daß es im Urin und Blut übrig bleiben könnte.

C — 74,0
H — 6,3
N — 14,4
O — 5,3

Da jedoch kohlenſaure und Ammoniakſalze beigemengt ſein konnten, digerirte er den letzteren Farbſtoff mit Salzſäure und erhielt dann:

C — 62,491
H — 6,148
N — 8,169
O — 23,192.

Obſchon die Kenntniß des Gallenfarbſtoffs hierdurch nicht feſtgeſtellt iſt, ſo glaubte ich doch dieſe Reſultate mittheilen zu müſſen.

Bilifulvin. Dieſer rothe Farbeſtoff haftet an vielen Zerſetzungsproducten friſcher Galle; er färbt die daraus abgeſetzte Bilifellin- und Bilicholinſäure, aber auch das Bilin; vor allen klebt er ſtark an den Stoffen der Zerſetzung, welche, mit abſolutem Alkohol behandelt, unaufgelöſt bleiben. Er iſt im Waſſer auflöslich, zeigt ſich zuweilen kryſtalliniſch. Er läßt nach der Verbrennung Natron und Kalk zurück und iſt alſo ein Salz.

Schleim. Der Gallenſchleim, welcher in Galle reichlich vorhanden iſt, wird durch Eſſigſäure und andere Säuren, auch durch Alkohol daraus niedergeſchlagen, und durch Kali gelatinös. Er bewirkt eine raſche Zerſetzung der Galle, wahrſcheinlich dadurch, daß er eine Säure bildet, welche die Metamorphoſe des Bilins befördert. Aber auch ohne Schleim metamorphoſirt ſich Galle. Selbſt eine Alkohollöſung von bilifellinſaurem Blei giebt, in einer verſchloſſenen Flaſche aufbewahrt, nach einigen Wochen einen ſtarken Abſatz von cholinſaurem Bleioxyd.

Aus dem über Galle Mitgetheilten geht eine Function derſelben genugſam hervor, nämlich daß ſie, indem ſie in einer

beſtändigen Umſetzung begriffen iſt, auch andere Stoffe an ihrem chemiſchen Wechſel Theil nehmen läßt. Aber es iſt die Frage, ob ſie dazu ausſchließlich dient, und auf dieſe Frage kann ſchon a priori verneinend geantwortet werden. Ein ſo wichtiges Organ, wie die Leber iſt, muß eine Hauptrolle im Organismus ſpielen, muß eine Quelle von wichtigem Stoffwechſel ſein, welcher ſich auf das Ganze verpflanzt. Diejenigen, welche eine ſtark entwickelte Leber haben, ſind in der Regel reizbare, thätige, kräftige Leute.

Die Galle, als Flüſſigkeit betrachtet welche in den Speiſecanal entleert wird, kann noch andere Dienſte leiſten, als ihre Umſetzung auf andere Stoffe zu übertragen, und wirklich hat dies die Wahrnehmung gelehrt, nämlich ſie macht lösliches Eiweiß feſt, auch aufgelöſtes Fibrin; eine bemerkenswerthe Thatſache. Milch wird im Magen zum Gerinnen gebracht und das feſte Caſein muß nachher wieder aufgelöſt werden; lösliches Eiweiß oder im Magen aufgelöſter Eiweiß- oder Faſerſtoff, wird bei Berührung mit Galle wieder gefällt und muß in einem niedriger liegenden Theil des Darmkanals wieder aufgelöſt werden. Dies iſt aus Verſuchen von Platner (Müller's Archiv, Nr. 4, 1845, S. 346) hervorgegangen.

Er fand zunächſt keine Spur von dem eigentlichen Gallenſtoff in den Faeces, zu welchem Verſuch ihm die Reaction von Galle mit Zucker und Schwefelſäure, von Pettenkofer bekannt gemacht, eine bequeme Gelegenheit darbot.

Purkinje hatte gefunden, daß Galle der Verdauung (d. i. hier Auflöſung) von Eiweiß entgegen wirkt. Platner fand dies beſtätigt. Wird zu Eiweiß, in kunſtmäßiger Verdauung (Auflöſung) begriffen, Galle hinzugefügt, ſo kommt von dem Augenblick an die Auflöſung ins Gerinnen. Wird beim Beginn des Verſuchs Galle zugeſetzt, ſo findet gar keine Auflöſung ſtatt.

Platner bereitete Verdauungsflüſſigkeit aus der getrockneten Schleimhaut des Labmagens von Kühen, mit verdünnter

Salzsäure ausgezogen. Er erhielt dadurch eine vollkommen klar zu filtrirende Flüssigkeit, die, mit kohlensaurem Natron neutralisirt, hell blieb, oder nur sehr wenig trübe wurde. Wurde Galle hinzugefügt, so entstand kein Niederschlag. Wurde aber darnach Salzsäure zugesetzt, so entstand ein sehr starker Niederschlag, welcher sich als zäher Absatz zu Boden setzte.

Dieselbe Erscheinung sah er auch, wenn er Verdauungsflüssigkeit ohne vorhergehenden Zusatz von kohlensaurem Natron mit Galle vermischte. Galle für sich gab mit Salzsäure diesen Niederschlag nicht.

Der Niederschlag war in Wasser unlöslich. Gewaschen und getrocknet ließ er sich zu Pulver reiben. Beim Verbrennen ließ er keinen alkalischen Rückstand, von kohlensaurem Natron und von Essigsäure wurde er leicht gelöst, und diese letztere Lösung gab mit Zucker und Schwefelsäure die violette Färbung der Galle.

Eiweiß von Hühnereiern wurde darnach mit Essigsäure gemengt und der geringe Niederschlag, welcher dadurch entstand, durch Filtration abgesondert. Als zu dieser hellen Flüssigkeit Galle gesetzt wurde, entstand ein starker Niederschlag, welcher beim Umschütteln sich zu Klumpen vereinigte, und nach dem Trocknen zu Pulver zerrieben werden konnte, in Säuren gar nicht, in Ammoniak zum Theil, und in kohlensaurem Kali wenig löslich war. Wenn Galle mit Eiweiß gemengt, und nachher Essigsäure zugesetzt wurde, entstand ein ähnlicher Niederschlag. Selbst Galle mit Eiweiß gemengt und Kohlensäure hineingeleitet, gab gleichfalls einen Niederschlag. Galle wird also durch säurehaltiges Eiweiß zersetzt.

Künstlich aufgelöstes Eiweiß und Blutkuchen, klar filtrirt, gaben mit Galle einen reichlichen Niederschlag, welcher zu Boden sank und die überstehende Flüssigkeit heller werden ließ. Aber der Niederschlag in nicht verzehrtem Eiweiß war drathartig; von Blutkuchen klebrig, syrupartig; der letztere wurde von Essigsäure und von kohlensaurem Natron leicht aufgelöst. Aber

auch dieſer ließ ſich nach dem Auswaſchen und Trocknen leicht pulvern und verbrannte auf Platinblech, ohne Alkali zurück zu laſſen. Die eſſigſaure Löſung gab mit Zucker und Schwefelſäure die bekannte Reaction auf Galle.

Leim verhielt ſich eben ſo. Er wird durch Galle niedergeſchlagen, wenn die Löſung zuvor mit Eſſigſäure oder Salzſäure ſauer gemacht war; im Ueberſchuß von Eſſigſäure löſt er ſich aber wieder auf, eben ſo in kohlenſaurem Natron. Der Niederſchlag war pulverförmig.

Gegen Fett verhielt ſich Galle indifferent. Aber Auflöſungen von Zucker und Gummi wurden durch Galle niedergeſchlagen, wenn Platner ſie mit Salzſäure miſchte, und er Galle nahm, die nicht von Fett befreit war. Der Niederſchlag wurde von Eſſigſäure und von kohlenſaurem Natron aufgelöſt. Fettfreie Galle, welcher auch ein Theil Natron entzogen war, ſchlug ſie nicht nieder.*)

Aus dieſen Verſuchen folgt, daß einige organiſche Körper, durch ſchwache Säuren unterſtützt, eine Scheidung bewirken zwiſchen Bilifellinſäure und Natron und Ammoniak, eine Scheidung, zu deren Hervorbringung ſtarke Säuren ſelbſt nicht im Stande ſind.

Die Verbindungen von im Magen verzehrten (aufgelöſten) Proteinverbindungen mit Galle ſind unauflöslich. Sie entſtehen im Zwölffingerdarm und müſſen daher ſpäter — wenn ſie in die Blutmaſſe übergehen ſollen — aufs Neue und zum zweiten Male gelöſt werden.

Die Löſung kann durch Eſſigſäure oder durch kohlenſaures Natron oder ein anderes alkaliſches kohlenſaures Salz zu Stande kommen. Einmal aufgelöſt, iſt die Bilifellinſäure neuer Zerſetzung fähig.

Dieſe Verſuche von Platner ſcheinen mit anderen in Widerſpruch zu ſein, und auch hierin, eben ſo wie in der Geſchichte des Magenſafts, hat man einander widerſprechende

*) Siehe ferner „Natur und Nutzen der Galle", S. 111.

Resultate angegeben. Aber Platner scheint die Umstände gerade so gewählt zu haben, wie sie im Duodenum statt finden, und in diesem Sinn läßt es sich denn auch erklären, warum das Zutreten von Galle zum Speisebrei Niederschläge verursacht, wie dies aus vielen Wahrnehmungen hervorgeht. Woraus diese Niederschläge bestehen, ist nicht zweifelhaft, nämlich aus Bilifellinsäure mit Albumin oder Fibrin, sowie Salzsäure, Schwefelsäure, Gerbsäure und andere Säuren sich damit vereinigen; was aus dem Natron und dem Ammoniak der Bilifellinsäure wird, ist auch deutlich; die Säure des Darminhalts wird dadurch gesättigt.

Es ist gerade diese Säure, welche stets vorhanden sein muß, wenn man Eiweiß durch Galle will niedergeschlagen sehen, und der Abwesenheit derselben ist die Verschiedenheit der folgenden Versuche in Vergleichung mit denen von Platner zuzuschreiben. Einige nämlich (Prout, Hünefeld, Scherer) meinten der Galle im Gegentheil ein Auflösungsvermögen für Proteinverbindungen zuschreiben zu müssen. Eine Wiederholung dieser Versuche mit Stoffen, die keine freie Säure enthielten und Galle, hat selbst diese Resultate nicht ganz bestätigt, so daß Galle auf keinen Fall als eine auflösende Materie angesehen werden kann.

Valentin*) hat nämlich die Resultate von Hünefeld, daß Galle die Hüllen der Blutkörperchen, Faserstoff, Ansteckungskruste, rohes und gekochtes Fleisch, vor allem geronnenes Casein auflöst, untersucht, aber ganz andere Resultate erhalten**).

*) Physiologie I., p 333.

**) Scherer hat Versuche über die Speise-Verdauung angestellt (Ann. d. Chem u. Pharm., Bd 4, S. 68). Frische innere Haut von Kälbermagen wurde mit verdünnter Salpetersäure gemengt, und darin bei 37°,5 gekochtes Ochsenfleisch und gekochtes Eiweiß digerirt. Nach einigen Stunden wurden die Stoffe an den Rändern durchscheinend, und nach 14 Stunden waren sie größtentheils aufgelöst. Die Auflösungen wurden filtrirt und gekocht; es wurde nichts niedergeschlagen. Kohlensaures Kali schlug daraus Flocken nieder, die im Ueberschuß desselben sich wieder auflösten. Alkohol machte beide Flüssigkeiten, die sich übrigens gleich verhielten, trübe.

Diese Auflösungen wurden jede für sich mit frischer Galle gemengt, in ein frisches Stück vom Duodenum eines Kalbes gebunden und in Wasser gelegt, welches nach

Ochſen-, Menſchen-, Schweinegalle löſte coagulirtes Eiweiß in einigen Stunden nicht auf; rohes Pferdefleiſch, gekochtes Rindfleiſch eben ſo wenig. Stückchen Käſe wurden indeß durch Digeſtion mit Galle viel weicher, und friſch niedergeſchlagenen Käſe ſah er einmal ſich zu einer klaren Flüſſigkeit in Galle auflöſen, aber dieſen Verſuch auch mehrere Male mißlingen. Geronnenes Blut von Fröſchen wurde ſelbſt in der gewöhnlichen Temperatur durch Galle ſchnell aufgelöſt und heller.

Valentin ſchließt hieraus mit Recht, daß die Galle durch ihr Ammoniak, welches durch die Zerſetzung des Bilins entſteht, dieſes Auflöſungsvermögen für die Hüllen der Blutkörperchen und zuweilen auch für Käſeſtoff hat, aber da dieſer Ammoniakgehalt gering iſt, andere Proteinverbindungen, welche zu ihrer Auflöſung mehr Alkali nöthig haben, von der Galle nicht aufgelöſt werden können.

Daß Galle, ſo wie Scherer meint, Fibrin in Albumin verwandeln könne, war wegen der verſchiedenen Natur der beiden Stoffe ſehr unwahrſcheinlich. Valentin hat dieſen Punkt auch durch Verſuche widerlegt.

In keinem Fall beweiſen dieſe Verſuche daher etwas für das, was im Duodenum geſchieht, wo die Galle ſtets mit einem ſauren Darminhalt in Gemeinſchaft kommt. Die Verſuche von Platner verdienen darum alle Aufmerkſamkeit.

Einige haben der Galle das Vermögen zugeſchrieben, neutrale Fette zu verſeifen. Unmittelbare Verſuche von Valentin*) haben dies nicht beſtätigt, obgleich er meint, daß die Galle das Fett zu kleinen Tropfen zertheilen und das durch

10 Stunden erneuert wurde. Das erſte Waſſer wurde beim Kochen trübe durch Flocken von coagulirtem Eiweiß, auch trübe durch Alkohol und Sublimat. Das folgende Waſſer enthielt gleichfalls Eiweiß.

Hieraus ſchließt Scheere, daß aus der ſauren Flüſſigkeit durch die Galle der Proteinſtoff in lösliches Eiweiß verwandelt wird, welches durch den Darmkanal exosmotiſch fortgeführt wird.

*) Phyſiologie, I. p. 339.

die Zerſetzung des Bilins frei werdende Ammoniak das Fett löslich machen kann. Das Ammoniak indeß, welches hierbei frei wird, wird verwendet, um die freie Fellinſäure, welche beſtändig gebildet wird, zu ſättigen, und was hieraus ferner wird, iſt früher bereits angedeutet. Aus der Kenntniß, welche wir gegenwärtig von der Galle haben, läßt ſich ein ſolches Verſeifen von Fett durch die organiſchen Gallenſtoffe, mit Natron verbunden, nicht ableiten. Aber da in friſcher Galle ein kohlenſaures Alkali vorkommt, und wohl kohlenſaures Kali oder Natron, ſo kann friſche Galle, und alſo die, welche in das Duodenum ausgegoſſen wird, wirklich ſo viel Fett verſeifen, wie dem kohlenſauren Alkali, welches mit der Galle in den Darmkanal ergoſſen wird, entſpricht. Ich habe mich bei Wiederholung von der Gegenwart kohlenſaurer Salze in friſcher Galle überzeugt*), und jeder, der friſche Galle in Alkohol, der frei von kohlenſauren Salzen iſt, fließen läßt, den Schleim durch Filtration abſondert, und der Flüſſigkeit eſſigſaures Blei hinzufügt, wird einen Niederſchlag von ſchwefelſaurem, phosphorſaurem und kohlenſaurem Bleioxyd erhalten (mit fettſauren Bleiſalzen und Biliverdin), welcher unter Waſſer mit einer Säure eine reichliche Kohlenſäure-Entwickelung giebt. — Die Quantität dieſer kohlenſauren Salze iſt indeß nicht groß genug, um alles unverſeifte Fett, welches dann und wann genoſſen wird, zu verſeifen, und es bleibt deshalb ſicher ein Theil unverſeift in den dünnen Därmen, wenn nicht alles unverſeift bleibt, da der ſaure Inhalt der dünnen Därme viel eher das kohlenſaure Alkali ſättigen wird, als daß dieſe bei Gegenwart einer freien Säure Fett ſollten verſeifen können.

Da Galle angewendet wird, um Fettflecken auszumachen, z. B. aus ſeidenen Stoffen, ſo muß ſie Verſeifung bewirken, wenn keine freie Säure vorhanden iſt, die dieſer Verſeifung entgegenſteht.

---

*) Scheik. Ond., Deel IV.

Die Verſuche, welche angeſtellt wurden, um Amylum durch Galle in Zucker zu verwandeln, haben bis jetzt nur ein negatives Reſultat gegeben.

Endlich hat Schwann Unterſuchungen darüber angeſtellt, ob die Galle wohl von Einfluß auf den Organismus iſt. Er unterband dazu die Gallenblaſe bei 18 Hunden, und gab, indem er in der Gallenblaſe eine Oeffnung machte, Gelegenheit, daß die Galle ausfließen konnte. Außer einigen Hunden, die an den Folgen der Wunden ſtarben, ſtarben die anderen an Folgen, welche blos dem Mangel an Galle in dem Speiſecanal zugeſchrieben werden konnten (Müller's Archiv, 1844, S. 127). Aus dieſen Verſuchen läßt ſich kein Schluß ziehen in Beziehung auf den Dienſt, den die Galle bei der Verdauung oder im übrigen Organismus erfüllt.

Was Andere auch behaupten, daß die Galle von geringem Einfluß ſei bei der Speiſeverdauung, weil Icteriſche, die an vollkommen gehinderter Gallenabſonderung (gallozing) leiden, im Uebrigen ziemlich geſund ſein können, ſo lehrt dies bloß, daß ein indolentes Organ, wie die Leber, ſehr ſtark geſtört ſein kann, ohne die Störung auf andere Organe zu übertragen und daß die Speiſeverarbeitung eine Zeitlang mehr oder weniger auch ohne die Galle Statt finden kann. Aber mehr, meine ich, kann daraus nicht geſchloſſen werden.

Darmſaft.

Viel weniger wie der Magenſaft, viel weniger ſelbſt wie irgend eine thieriſche Flüſſigkeit, iſt die Flüſſigkeit bekannt, welche in den Därmen vorkommt. Man weiß davon, daß es im nüchternen Zuſtande eine waſſerartige, ſchleimhaltige, neutrale Flüſſigkeit iſt, die beim Eintreten von Chymus in die Därme ſauer wird. Aber ob dieſe Säure nicht aus dem Magen herſtammt und was übrigens dieſer Saft iſt, weiß man nicht.

In den dicken Därmen wird eine alkaliſche Flüſſigkeit abgeſchieden; aber welche, iſt nicht bekannt, und darum auch ſchwer zu wiſſen, weil vom Duodenum an, und alſo ſchon in den dünnen Därmen, Galle und Pancreasflüſſigkeit ſich in den Darmkanal ergoſſen haben, was mit allem, was aus der Mundhöhle von Speichel und von hier an von Schleim abwärts geführt wird, ein ſehr compleres Gemenge geben muß.

In der Cholera indeß, bei welcher die Ergießung von Galle ſchleunig aufhört, kein Speichel verſchluckt wird, iſt die ausgebrochene Flüſſigkeit deutlich ſauer, und das nach unten Entleerte deutlich alkaliſch, ein Grund, warum die ſo viel Eiweiß enthaltenden waſſerartigen Auswerfſel, welche in dieſer Krankheit nach oben und nach unten entleert werden, nicht daſſelbe Anſehen haben. Das, was ausgebrochen iſt, enthält viele Flocken von geronnenem Eiweißſtoff, durch die anweſende Säure niedergeſchlagen, während die alkaliſche, nach unten entleerte Flüſſigkeit den Eiweißſtoff aufgelöſt enthält und waſſerhell iſt.*) Es bleibt jedoch hierbei die Frage, in wieweit dieſe ausgebrochene ſaure Flüſſigkeit Darmſaft iſt, in wieweit ſie mit ſaurem Magenſaft gemengt iſt, und dann, wie es ſich im normalen Zuſtande verhält.

Was die Darmflüſſigkeit anlangt, welche an verſchiedenen Stellen der dünnen Därme abgeſchieden wird, ſo bemerkt Valentin**), daß ſie in dem Duodenum, Jejunum und Ileum nicht dieſelbe ſein kann, wegen der Verſchiedenheit der Peyer'ſchen Drüſen, die tiefer, und der Brunner'ſchen, die in dem Duodenum gefunden werden, während die Lieberkühn'ſchen überall vorkommen. Dieſe Drüſen ſondern Schleim ab, und mit dieſem Schleim — welcher im Allgemeinen, wo er auch abgeſchieden wird, von keinem großen Einfluß auf Stoffwechſel ſein dürfte, ſondern als indifferent angeſehen

*) Nat. en Scheik. Archief, Deel I

**) Phyſiologie, I, p 332

werden mag — wahrſcheinlich auch wohl andere organiſche Stoffe; welche jedoch, iſt nicht bekannt.

Das Hinzutreten von Speichel, Magenſaft, Pancreas-Flüſſigkeit, Galle und im normalen Zuſtande von Chymus, macht alle Kenntniß des Darmſafts jetzt und immer mangelhaft.

Da er ſauer reagirt, bewirkt er zunächſt einen Niederſchlag von Gallenſchleim in der Galle, die hinzutritt. Dadurch wird die zähe Galle dünnflüſſig, aber dadurch auch viel leichter metamorphoſirt. Durch Salzſäure ſehen wir bei der Digeſtions-Temperatur Galle in Fellinſäure, Taurin und Ammoniak zerſetzt, die Fellinſäure in Cholinſäure, dieſe in Dyslyſin umgeſetzt werden; daſſelbe muß auch in den Därmen durch einen ſauren Darmſaft befördert werden.

Die ſaure Reaction, und damit auch die Einwirkung auf anweſende Stoffe, muß abnehmen, im Maaße, als die Darmflüſſigkeit mit mehr Galle gemiſcht wird, weil Alkali in der Galle enthalten iſt, aber wie es ſcheint, nicht genug, um alle Säure des Magenſafts und der Darmflüſſigkeit zu ſättigen; denn nach der Vermengung derſelben mit Galle bleibt der Inhalt noch ſauer.

Daß die Säure des Darmſafts eine Art von Erſatzmittel des Magenſafts iſt, und eine organiſche Subſtanz, durch die dünnen Därme wie durch den Magen hervorgebracht, als Verdauungsſtoff wirkt*) verdient eben ſo viel Aufmerkſamkeit, als man dem Magen geſchenkt hat. Daß dieſer Darmſaft wirkungsfähiger iſt, wie der Magenſaft, daß durch denſelben die Hüllen der Blutkörperchen, Anſteckungskruſte und noch ungelöſtes Eiweiß aufgelöſt werden können, wie Hühnefeld geſehen zu haben glaubt, iſt noch nicht durch nähere Verſuche bewieſen, und im Gegentheil durch die Verſuche von Platner unwahrſcheinlich gemacht. Der ſaure Darminhalt iſt ohne die Galle nicht in

*) Valentin, I., S. 334.

den dünnen Därmen, und Platner's Verſuche lehren, daß dann Niederſchlagung, keine Auflöſung ſtatt hat.

Speiſe-Verarbeitung.

Die Speiſe-Verarbeitung oder Verdauung beſteht in der Zubereitung der Speiſen zu Beſtandtheilen des Organismus. Giebt es eine Wirkung im organiſchen Reich, die auf bloß chemiſchen Gründen beruht, ſo iſt es ſicher dieſe. Das Blut iſt eine Flüſſigkeit von einer, im normalen Zuſtande ſehr beſtändigen Beſchaffenheit; es kann, nach dem Bau der ſogenannten abſorbirenden Gefäße, aus dem Darmkanal bloß aufgelöſte oder äußerſt fein zertheilte Stoffe aus der Außenwelt aufnehmen, während anderntheils allerlei feſte, ſowohl lösliche, wie unlösliche Stoffe dem thieriſchen Körper als Nahrungsmittel dargeboten werden. Aber was nicht minder wichtig zu bemerken iſt: ſoll das Blut eine normale Subſtanz bleiben, ſoll die Geſundheit nicht geſtört werden, ſo müſſen die von Außen zugeführten Nahrungsſtoffe gewiſſe chemiſche Veränderungen erleiden, und, mit Ausſchluß von vierlerlei nutzloſen oder ſchädlichen Stoffen, im Speiſekanal einige wenige gebildet werden, welche, ins Blut übergeführt, Leben und Geſundheit unterhalten können.

Es giebt vielleicht keine Verrichtung im thieriſchen Organismus, über welche die Chemie mehr Licht verbreitet hat; gleichwohl bleibt noch viel darin zu unterſuchen übrig. Aber die Worte animaliſiren und aſſimiliren ſind wenigſtens vor unrichtiger Deutung bewahrt, und nicht bloß vielerlei Irrthum beſeitigt, ſondern auch der Weg angewieſen, um das noch Fehlende zu ergänzen.

Die zwei Momente von Veränderungen, welche die Speiſen bei dem ſogenannten Verdauen erleiden, ſind außer Ausziehen und Scheiden deſſen, was in der Nahrung verändert werden kann, und deſſen, was dazu nutzlos iſt: Auflö-

ſung und chemiſche Umſetzung. Daß das letztere nicht aſſimiliren iſt, ſoll ſpäter gezeigt werden.

Dieſe zwei Veränderungen fallen bei vielen Stoffen zuſammen. Blos das Auflöſen von Speiſen, ohne daß zugleich eine chemiſche Veränderung ſtattfindet, kennen wir nur bei einzelnen, oder es müſſen die darunter verſtanden werden, welche Zucker und Gummi mit Waſſer liefern. Sie werden zum Theil ſchon bei der Zubereitung der Speiſen bewirkt, oder in demſelben Sinn gerichtet, worin ſie in dem Magen und den Därmen vorkommen, obſchon der Geſchmack und die Gewohnheit in dieſer Hinſicht Ausnahmen haben entſtehen laſſen.

Die eigentlichen Nahrungsſtoffe ſind, wie wir früher ſahen, wenige an der Zahl. Sehr Vieles, welches als Nahrungsmittel genoſſen wird, iſt darum noch kein Nahrungsſtoff. Was in den Mund gebracht wird als Nahrungsmittel, enthält den Nahrungsſtoff oder beſteht daraus in geringerem oder größerem Maaße. Auch dies iſt früher genugſam unterſchieden.

Was aufgelöſt oder fein zertheilt iſt, oder es in dem Speiſekanal wird, und, ſei es unverändert oder nach einer erlittenen chemiſchen Veränderung, in das Blut übergeht, um Leben und Geſundheit zu unterhalten, iſt Nahrungsſtoff zu nennen.

Was alſo, nachdem es aufgelöſt und umgeſetzt iſt, Nahrungsſtoff werden kann, aber eine Auflöſung und Umſetzung nöthig hat, muß Umſtänden ausgeſetzt werden, unter denen es von Nahrungsmittel zum Nahrungsſtoff werden kann. Dieſe Umſtände ſind, außer der Zubereitung außerhalb des Körpers, Vertheilung und Vermengung mit dem Speichel im Munde, Digeſtion bei einer Temperatur von 37,°5 und Vermengung mit dem Magenſaft; dieſelbe Temperatur und fernere Vermengung mit der Galle und der Pancreas- uud Darm-Flüſſigkeit. Durch dieſe Einflüſſe muß Auflöſung und Umſetzung zu Stande kommen und alſo die als Nahrungsmittel

dargebotenen Stoffe ganz oder zum Theil in eine solche Form übergehen, daß die Milch und Blut führenden Adern der Därme sie aufnehmen und als normale Stoffe in die Blutmasse überführen können. Was in diese Form nicht zu bringen ist, ist nicht Nahrungsstoff zu nennen und mag also auch nicht zu den Nahrungsmitteln gezählt werden.

Es giebt indeß noch einen wichtigen Umstand, welcher auf die Umsetzung der Speisen von großem Einfluß ist. Nämlich die Aufnahme von Bestandtheilen des Chymus durch die Milchgefäße und Adern kann blos durch Endosmose geschehen. An Aufsaugen oder Einsaugen ist nicht zu denken. Endosmose nun stellt einen Wechsel in den Vordergrund; Eintreten, aber auch Austreten. Die dünnere Flüssigkeit, der Chymus, fließt zu der dickern, dem Blut, und während Bestandtheile der ersteren in die letztere übergehn, tritt letztere auch Stoffe an erstere ab.

Ist dies wirklich so — und es ist nicht daran zu zweifeln — so findet im Darmkanal eine unaufhörliche neue Vermengung statt mit Bestandtheilen der Blutgefäße und der Chylusgefäße, eine Vermengung, von welcher schwerlich eine vollständige chemische Rechenschaft abgelegt werden kann, aber die doch in Rechnung gebracht werden muß, wenn der Act der Speiseverarbeitung nicht einseitig betrachtet werden soll.

Der unaufhörliche Austritt organischer Stoffe aus den Blut- und Chylusgefäßen, die unaufhörliche Vermengung derselben mit dem Chymus, kann auf chemische Veränderung, die darin statt findet, von wichtigem Einfluß sein, und es ist darum einseitig, wenn wir Speichel, Magensaft, Galle und Pancreassaft allein als Speisen auflösende und umsetzende Stoffe in Betrachtung ziehen.

Es beruht auch auf den angeführten Gründen, daß wir auch die häufig gebrauchte Vorstellung, daß die Nahrungsstoffe durch ein feines Filtrum filtrirt werden, und die von einem eigentlichen Aufsaugen fahren lassen

müſſen. Weder das eine, noch das andere findet im Speiſecanal ſtatt.

Mit Uebergehung des Mechanismus zum Kauen und Schlucken, zur Bewegung des Magens und der Därme — wodurch die Vermengung innig wird, und immer wieder eine andere Oberfläche den endosmotiſch wirkenden Organen des Magens und der Därme dargeboten wird — mit Uebergehung der Structur der Eingeweide, inſofern dieſe nicht geradezu mit dem Chemismus der Verdauung in Verbindung, ſteht, wollen wir ſuchen, Rechenſchaft zu geben von der Veränderung, welche die Speiſen erleiden.

Dazu gehört denn zunächſt eine Betrachtung der Auflöſung, welche die nicht verändert werdenden Nahrungsſtoffe erleiden; zweitens der chemiſchen Umſetzung, welcher diejenigen ausgeſetzt ſind, welche wohl verändert werden; drittens eine Betrachtung der verſchiedenen Einflüſſe, denen aufgelöſte und ſchon veränderte Stoffe im Darmkanal ferner ausgeſetzt ſind, nachdem Auflöſung und Umſetzung ganz oder theilweiſe im Mund und im Magen beendet ſind.

Die zwei erſten fallen meiſtens zuſammen, und nachdem p. 916 darüber Mitgetheilten, meine ich, daß wir ſie jetzt füglich zuſammen behandeln können. Ich theile die Nahrungsmittel jetzt, wo wir auf ihre Verarbeitung im Darmkanal den Blick richten, in vier Klaſſen, Proteinverbindungen und Leim, in Zucker verwandelbare, Fette und Pflanzenſäuren; dieſe vier Klaſſen werden durch andere vermehrt werden, aber für jetzt kennen wir blos dieſe; über die anderen fehlt es uns an Kenntniß.

Alkoholiſche Flüſſigkeiten haben keine Veränderungen in den erſten Wegen zu erleiden (S. p. 935); ſie werden auch nicht verändert, aber abſorbirt, wahrſcheinlich durch die Venen. Dieſe Abſorption beginnt ſchon im Magen und wird hier ſelbſt großentheils vollendet, was indeß davon abhängt, ob dieſe Flüſſigkeiten für ſich im Magen ſind, oder ob andere feſte und

ſie vertheilende Stoffe zugegen ſind. — Die Chylusgefäße nehmen keine Spur davon auf, nach den Verſuchen von Bouchardat und Sandras (Comptes rendus, 13. Juli 1846, p. 98).

Die zwei erſten der genannten Klaſſen von Nahrungsſtoffen, die Proteinverbindungen und die in Zucker verwandelbaren, erleiden eine Veränderung in der Mund- und Magenhöhle; über dieſe alſo hier blos; die Fette und Pflanzenſäuren ſcheinen hier keine Veränderung zu erleiden.

Proteinverbindungen und Leim, im Mund und im Magen. Unter dem gemeinſchaftlichen Einfluß von Speichel und Magenſaft kommen zunächſt Auflöſungen dieſer Klaſſe von Körpern zu Stande, von einigen durch die bloße Säure des Magenſafts, von andern durch dieſe und die organiſchen Gemenge unterſtützt, wovon p. 962 die Rede war.

Unter dieſer Klaſſe von Körpern ſind jedoch viele im auflöslichen Zuſtand und dies iſt eine erſte Beſonderheit, bei welcher wir ſtillſtehen müſſen; nämlich einmal die Körper, welche zu dem früher ſogenannten Caſein gehören, und das Legumin, und dann der auflösliche thieriſche und pflanzliche Eiweißſtoff. Vom Caſein hat man die Erfahrung gemacht, daß es ein gemengter Körper iſt, und es iſt dies, was ſeiner früher vorgetragenen Geſchichte hinzugefügt werden muß. Zwei Hauptkörper mit verſchiedenen Eigenſchaften kommen darin vor, aber außerdem noch andere in kleinerer Menge. In der Milch iſt einer dieſer Hauptſtoffe ſtets im unlöslichen Zuſtande vorhanden, und bildet die Zellenhäute der Milchkügelchen, der andere iſt aufgelöſt im Serum. Man ſcheidet dieſe Stoffe auf folgende Weiſe:

Nämlich man kann durch Salzſäure Milch coaguliren*)

*) Was das Lab betrifft, ſo hat Mitſcherlich (Berz. Jahresb., 22, S. 574) gezeigt, daß es nicht die Schleimhaut des Magens, ſondern die äußerſte, aus Peritoneum beſtehende Haut iſt. Mit demſelben Erfolg hat er die Peritoneum-Bekleidung des Blinddarms mit warmem Waſſer ausgezogen und dadurch Milch coagulirt. Weder

und in verdünnter Salzsäure schnell eine Auflösung des Coagulum zu Stande bringen, welche an der Oberfläche eine Lage Butter erhält. Die helle Flüssigkeit giebt einen Niederschlag mit kohlensaurem Ammoniak, und filtrirt man diesen ab, so erhält man durch überflüssige Salzsäure einen zweiten, welcher in seinen Eigenschaften von dem ersteren verschieden ist. Küchensalz, der Milch hinzugefügt, macht einen Stoff unlöslich und läßt einen andern im Milchserum aufgelöst.

Wenn nun das Gemenge dieser zwei Stoffe, welches wir bis jetzt Casein genannt haben, wenn z. B. Milch mit einer verdünnten Säure bei Digestions-Temperatur in Berührung kommt, so wird der zweite der genannten Stoffe coagulirt, während der erste, welcher stets in der Milch ungelöst war und die Hüllen der Milchkügelchen bildet, dadurch eingeschlossen wird.

Im Magen erleidet die Milch diese Veränderung: sie wird coagulirt, d. h. der zweite Stoff, und schließt den ersten, welcher in der Milch stets unaufgelöst gefunden wird, in sich ein. — Es ist daher beim Genuß von Milch ein Coagulum von den Hüllen der Milchkügelchen und von dem durch die Säure unlöslich gewordenen zweiten Körper im Magen vorhanden.

Bleibt indeß dieses Coagulum von Milch im Magen, so wird es unter denselben Umständen, unter denen es entstan-

---

dieses, noch das Infusum von Lab, reagirte sauer. Auch die Peritoneum-Bekleidung der Blase, das Duodenum, die anderen dünnen Därme, das Rectum, der Oesophagus, hatten alle in größerem oder geringerem Maaße das Vermögen, Milch zum Gerinnen zu bringen (l'Institut, Nr. 461, p. 382). Es scheint also auch hier eine Allgemeinheit der Wirkung thierischer Theile zu bestehen, die sich an das anschließt, was Magendie von allerlei thierischen Stoffen bemerkt hat, um Amylum in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Beide Kräfte scheinen also nicht in bestimmten, sondern in allgemein verbreiteten Stoffen zu ruhen.

Simon hat eine ähnliche Wirkung von Kindermagen auf Milch ausüben sehen wie von Kälbermagen; erst wird die Milch dadurch coagulirt, dann aufgelöst, er meint, daß dabei Casein in Albumin verwandelt wird, aber die gemengte Beschaffenheit des Caseins und der größere Schwefelgehalt widersprechen dem (Müller's Archiv, 1839, S. 1).

*) Scheik. Onderz., Deel III., p. 453.

den ist, aufgelöst, und zwar wohl vollkommen, die Hüllen sowohl, wie der zweite Körper: dann erst mag man die Milch aufgelöst nennen; in gewöhnlicher Milch ist die Hauptmasse der Proteinverbindungen, die sie enthält, im unlöslichen Zustand vorhanden.

Dieser vollkommenen Auflösung der Milch im Magen mögen organische Stoffe förderlich sein, nöthig sind sie nicht, denn auch bloße verdünnte Salzsäure thut dies, und selbst bei gewöhnlicher Temperatur, wenn man das Coagulum mit Wasser abwäscht, oder mit vielem Wasser vermengt; leicht und schnell in der Digestions-Temperatur. Im Magen wird daher der coagulirte Stoff auch nach einigem Verweilen durch dieselbe Säure aufgelöst werden, welche ihn erst fest werden ließ.

Der Theil des Caseins, welcher durch kohlensaures Ammoniak gefällt wird, hat bei der Untersuchung ungefähr dieselbe Zusammensetzung ergeben, wie das Gemenge Casein (Scheik. Ond., Deel IV., p. 396).

C = 75,12.

	Casein.		Aufgelöst und wieder niedergeschlagen.
C	53,8	———	53,5
H	7,1	———	7,0
N	15,6	———	15,0
O	22,6	———	23,9
S	0,9	———	0,6.

Die kleinen Verschiedenheiten, welche hier statt finden, können erst dann gewürdigt werden, wenn der andere Hauptstoff des Gemenges Casein näher untersucht ist.

Das Legumin erleidet eine ähnliche Veränderung, wie einer der zwei Hauptbestandtheile des alten Caseins, nämlich der auflösliche*). Eine wäßrige Lösung von Legumin, durch

*) Dieser kommt in kleinster Menge in dem alten Casein vor; der Stoff der Milchkügelchen macht die größte Menge aus.

Ausziehen von z. B. Erbsen, Bohnen, Mandeln, Hafer mit kaltem Wasser dargestellt, giebt mit Salzsäure einen Niederschlag; bei Erbsen wird dieser Niederschlag bei der Digestions-Temperatur wieder aufgelöst, bei Mandeln viel träger.

Darüber wissen wir gleichfalls nichts Näheres; das Legumin aus verschiedenen Körpern zeigt einige Verschiedenheit in Zusammensetzung und Eigenschaften, welches fremden Beimengungen zugeschrieben werden muß.

Genug für unsern gegenwärtigen Zweck, daß das Legumin von Erbsen, Bohnen ꝛc. im Magen erst durch die Säure coagulirt, dann unter dem Einfluß derselben Säure wieder aufgelöst wird; daß diese Fällung eben so wie bei Käsestoff, durch Essigsäure geschehen kann, aber daß Essigsäure die Auflösung dieser zwei Stoffe bei der Digestionstemperatur nicht bewirkt, und deßhalb eine andere Säure, oder diese und ein organischer Stoff zur Wiederauflösung von beiden erfordert wird.

Lösliche thierische und pflanzliche Eiweißstoffe. Es ist bekannt, daß verdünnte Salzsäure, verdünnte Schwefelsäure und andere Säuren Eiweißstoff von Pflanzen und Thieren niederschlagen, und damit wohl characterisirte Verbindungen bilden können*)

Kommt auflöslicher pflanzlicher oder thierischer Eiweißstoff in den Magen, so muß eine solche Verbindung zu Stande kommen; sie muß im Magen einige Zeit ungelöst bleiben, aber da sie bei Digestionswärme in verdünnter Säure aufgelöst wird, so muß auch das Coagulum nach einiger Zeit verschwinden. Fällt man nämlich Eiweiß aus Eiern, in Wasser vertheilt, mit wenig Salzsäure, und stellt man dies Gemenge in eine Temperatur von 37°,5, so ist der flockige Niederschlag nach einiger Zeit aufgelöst.

Auch hier ist kein Grund, an eine chemische Umsetzung der Stoffe zu denken.

---

*) Bulletin, 1839, p. 21. S. auch hier oben.

Was von aufgelöſten Protein-Verbindungen in den Magen kommt, wird alſo erſt niedergeſchlagen, darnach wieder aufgelöſt, vorzüglich durch die Wirkung der ſchwachen Säure des Magenſafts.

Zu den unauflöslichen Protein-Verbindungen gehören: Unlöslicher Pflanzeneiweißſtoff und Pflanzenleim.

Um zu verſuchen, welchen Einfluß verdünnte Säuren mit einem Stückchen Magen auf dieſe zwei Körper ausüben, wurde Beccaria's Gluten, alſo ein Gemenge von beiden mit Celluloſe, friſch bereitet, mit verdünnter Salzſäure (1/2 Tauſendtel) und Magen bei 37°,5 digerirt. Nach einigen Tagen war das ſogenannte Gluten aufgelöſt, außer der Celluloſe, die unlöslich übrig geblieben war. Es werden alſo ſogenanntes coagulirtes Pflanzeneiweiß und Pflanzenleim bei Digeſtions-Temperatur durch Salzſäure und Magen aufgelöſt, und im Magen alſo auch eine Auflöſung davon zu Stande gebracht. Bloße Salzſäure bringt keine Auflöſung zu Wege.

Fibrin, mit 1/2 Tauſendtel Salzſäure und Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur übergoſſen, wird ſchon nach einigen Augenblicken gelatinös und durchſcheinend, und verliert vollkommen ſeine Faſerform. Eine verdünnte Säure, namentlich Salzſäure, iſt alſo bei gewöhnlicher Temperatur im Stande, die Verzehrung der feſten Speiſen, ſo weit ſie als aus Fibrin beſtehend angeſehen werden können, zu Stande zu bringen: eine Eigenthümlichkeit, die uns lehrt, daß die Temperatur der warmblütigen Thiere die Auflöſung der Speiſen befördern mag, aber dazu nicht nothwendig iſt, daß alſo die kaltblütigen Thiere, die Fiſche z. B., indem auch ſie eine verdünnte ſaure Flüſſigkeit als Magenſaft beſitzen, darin ein Auflöſungsmittel für Fibrin haben (für das Caſein gleichfalls, p. 1017).

Wird Fibrin mit 1/2 Tauſendtel Salzſäure und Waſſer bei 37°,5 digerirt, ſo wird es nach einigen Stunden aufgelöſt; man kann durch Filtration eine klare Flüſſigkeit abſondern, die als eine Auflöſung von Fibrin anzuſehen iſt. Kohlenſaures

Ammoniak präcipitirt dieſen Stoff reichlich aus der Auflöſung.

Die Zuſammenſetzung von Fibrin iſt, nach Verſuchen, die ich früher und noch unlängſt mit Prof. Schloßberger angeſtellt habe, um 0,9 % Unterſchied im Kohlenſtoffgehalt anders, wie die, welche p. 312 angegeben wurde. Nämlich C = 75,12 geſetzt, iſt ſie wie folgt:

C = 75,12	C = 76,437
C — 52,66	53,54.
H — 6,93	
N — 15,57	
O — 23,37	
S — 1,20	
P — 0,33	

Die Zuſammenſetzung des Niederſchlages, welcher durch kohlenſaures Ammoniak aus einer ſalzſauren Auflöſung von Fibrin erhalten wurde, (C = 75,12) iſt:

C — 52,69
H — 6,88
N — 15,85
S — 1,06.

Der Phosphor wurde nicht beſtimmt, aber aus dem Gehalt an C, H, N und S mag man auf einfache Auflöſung, und alſo auch Wiederausſcheidung von Fibrin ſchließen (Scheik. Ond., Deel III., p. 470 und 473.)

Bei der Verdauung wird das Fibrin alſo im Magen bloß aufgelöſt, nicht verändert; es wird in dem Thier, welches damit gefüttert wird, im unveränderten Zuſtand in's Blut geführt.

Derſelbe Verſuch, mit ½ Tauſendtel Salzſäure und einem Stück Schweineblaſe oder Schweinemagen wiederholt, liefert daſſelbe Reſultat. Ich läugne nicht, daß bei dem letzten Verſuch die Auflöſung etwas ſchneller zu Stande kommt, oder etwas mehr gelöſt wird, aber nothwendig iſt kein Beſtand-

theil einer Schleimhaut, um die Auflösung des Fibrins zu bewirken. Mit Salzsäure geschieht sie vollkommen. Fibrin, welches mit Alkohol in Berührung gewesen ist, bedarf, außer Säure, auch organische Stoffe zur Lösung; in bloßer Salzsäure wird es nicht aufgelöst.

Derselbe Versuch mit coagulirtem Eiweiß aus Hühnereiern wiederholt, liefert, bei Anwendung derselben Säure und von Stücken derselben Blase und desselben Magens, bei der Digestion unter denselben Umständen nicht dieselben Resultate, denn das Eiweiß wird viel träger aufgelöst. Filtrirt man aber die durch Säure und Blase, oder die durch Säure und Magen erhaltene Auflösung, so erhält man darin durch kohlensaures Ammoniak einen Niederschlag. Bloße verdünnte Säure greift Eiweiß nicht oder höchst unvollkommen an, so daß die beigemengten organischen Stoffe hier von merkbarem Einfluß sind. Salzsäure zu $^1/_{100}$ mit Magen befördert die Auflösung von Eiweiß viel schneller.

Stückchen von Eiweiß, die in verdünnter Salzsäure bei 37°,5 8 Tage lang unangegriffen geblieben waren, wurden nach Hinzufügung von einem Stück Schweinemagen in wenigen Stunden aufgelöst.

J. Vogel hat gefunden*), daß coagulirtes Albumin und Fibrin, in pepsinhaltigem, mit Salzsäure gemengten Wasser aufgelöst, durch Kochen nicht coagulirt und durch Alkohol nicht sehr stark niedergeschlagen werden. Durch Sättigen der Salzsäure mit kohlensaurem Natron entstand ein gelatinöser Niederschlag, welcher nicht filtrirt werden konnte und in vielem Wasser unlöslich war. Dieser Stoff wird durch Blutlaugensalz und durch Galläpfeltinctur reichlich niedergeschlagen, und auch durch Metallsalze.

Vogel schließt aus der Menge von Kohlensäure und Stickstoff, welche Eiweiß, das der Auflösung durch Salzsäure

*) Ann. d. Chem. u. Pharm., Bd 30, S 37

und Magen ausgesetzt war, beim Verbrennen mit Kupferoxyd gab, daß es unverändertes Eiweiß geblieben sei. Daraus kann dieser Schluß indeß nicht gezogen werden.

Ich habe durch Analysen diesen Gegenstand näher untersucht und wirklich die Zusammensetzung des Eiweißes hierbei unverändert bleiben sehen. Die Auflösung des Eiweißes geschah durch Salzsäure und Lab, und aus der filtrirten Flüssigkeit wurde das Eiweiß durch kohlensaures Ammoniak wieder niedergeschlagen (Scheik. Ond., Deel IV., p. 398). Eine kleine Verunreinigung mit Bestandtheilen von Lab ist hierbei in Rechnung zu bringen, aber diese kann nicht von merklichem Einfluß sein. (C = 72,12).

	Eiweiß.	Aufgelöst und wieder niedergeschlagen.
C	53,5	53,0
H	7,0	6,9
N	15,5	15,8
O	22,0	22,5
S	1,6	1,8*)
P	0,4	

Coagulirtes Eiweiß wird demnach durch eine verdünnte Säure, von organischen Stoffen unterstützt, unverändert aufgelöst; im Magen bleibt also Eiweiß Eiweiß.

Wenn man denselben Versuch wiederholt mit Fleisch, so bekommt man dieselben Resultate, wie mit Fibrin. Fleisch wird in verdünnter Salzsäure, in Salzsäure mit einem Stückchen Blase oder Magen, eben so schnell aufgelöst, und nach dem Filtriren der Auflösung erhält man durch kohlensaures Ammoniak einen starken Niederschlag. Alle diese Niederschläge von Fibrin, Eiweiß, Casein, Fleisch, welche aus der salzsauren Lösung durch kohlensaures Ammoniak erhalten werden, zeigen

*) Der Phosphor ist nicht bestimmt, aber wahrscheinlich abwesend. (S. Scheik. Ond., Deel IV., p 418).

in ihren Eigenschaften Verschiedenheiten; aber man kennt sie zur Zeit noch nicht, also auch noch nicht ihre gegenseitige Beziehung.

Hausenblase in Platten, in den oben genannten sauren Flüssigkeiten mit Magen oder Blase, oder in bloßer verdünnter Salzsäure bei 37°,5 aufbewahrt, wird, außer ein wenig unlöslichen Theilen schnell aufgelöst, in Wasser unter diesen Umständen bloß weich, — nicht aufgelöst, eben so wenig wie einer der vorigen Stoffe. Die helle Flüssigkeit von bloßer verdünnter Salzsäure und Hausenblase filtrirt und mit kohlensaurem Ammoniak gesättigt — wodurch kein Niederschlag entsteht — giebt mit Chlor und mit Gerbsäure einen starken Niederschlag von Leim.

Die Hausenblase wird also bei dieser Auflösung nicht verändert; aber sie scheint, wenn sie länger im Magen bleibt, dies Vermögen zu verlieren (Tiedemann und Gmelin)*).

Von Chondrin wissen wir nichts, eben so wenig von elastischem Gewebe. Die Zellen von Knorpel schwellen im Magensaft erst auf, und scheiden sich von der körnigen Grundlage; weiterhin lösen sie sich auf und lassen bloß die

*) Bernard und Barreswil haben (Journ. de Pharm. et de Chim., Juin 1844, p. 425) Versuche angestellt mit Zucker, Albumin und Hausenblase, in Bezug auf die Fähigkeit dieser Stoffe, assimilirt zu werden. Sie spritzten Auflösungen dieser Stoffe in die Jugularvenen von Hunden, und fanden jeden Stoff im Urin wieder. Wurden diese Stoffe zuvor einige Stunden mit Magensaft von einem Hund digerirt, so fanden sie, nach Einspritzung dieser Auflösung in die Vena jugularis, den Zucker und den Eiweißstoff nicht, den Fischleim wohl im Urin. Endlich bei gewöhnlicher Verdauung dieser drei Stoffe im Magen fanden sie wiederum Eiweiß und Zucker nicht, Fischleim wohl im Urin.

Daraus schließen sie, daß die zwei ersten assimilirbar sind, Fischleim dagegen nicht.

Aus diesen Versuchen folgt, daß der Urin von Menschen, die Fleisch genießen, und der Urin von Fleisch fressenden Thieren, Leim enthalten muß, was durch keine Erfahrung bestätigt wird. Was vom Leim gilt, muß immer vom Leim gebenden Gewebe gelten. Selbst Leim müßte ein gewöhnlicher Bestandtheil des Urins aller Thiere sein, die leimgebendes Gewebe besitzen, denn was von diesen Geweben in auflöslichen Zustand tritt, ist nicht assimilirbar, nach den Versuchen; die leimgebenden Gewebe der Thiere werden mit der Zeit durch andere ersetzt; was ersetzt wird, muß wenigstens aufgelöst werden können, aber ungesetzt kann es nach diesen Versuchen nicht werden; es muß im Urin vorkommen.

Ich meine, daß die Erfahrung diese Resultate und die Schlüsse, die sich daraus ziehen lassen, widerlegt hat.

Kerne zurück, die mit andern kleinen Kügelchen als Flocken zu Boden sinken (Wasmann, de digestione nonnulla, p. 28).

In Zucker verwandelbare Nahrungsstoffe in der Mund- und Magenhöhle. Sowohl der Speichel wie der Magensaft, sowohl die verdünnten Säuren, die darin vorkommen, wie die organischen Stoffe, welche darin gefunden werden, haben dasselbe Vermögen, Amylum, Flechtenstärke, Inulin, Pflanzenschleim, Gummi, Dextrin, Cellulose, Rohrzucker ꝛc. in Traubenzucker zu verwandeln. Ueber die meisten dieser Stoffe ist schon p. 931 und 953 gesprochen, hier noch ein Wort über einige derselben, was ihre Veränderung im Magen betrifft.

Die Cellulose verdient eine besondere Betrachtung. Dieser so allgemein im Pflanzenreich verbreitete Stoff ist, so wie wir früher sahen, sehr beständig gegen die Einwirkung von Alkalien; er wird jedoch, nach der Wahrnehmung von Payen, durch eine verdünnte Säure bei Digestionstemperatur in Dextrin und Zucker verwandelt, ebenso wie der Pflanzenschleim, nach der belangreichen Wahrnehmung von Schmidt.*) Ob sie nun diese Veränderung in den Eingeweiden aller Thiere erleidet, ist nicht bekannt. Leuwenhoek sah sie unverändert als Zellenhäute in den Excrementen einer Kuh. Ist die Cellulose incrustirt und mit dicken Lagen von mittlerem Holzstoff belegt, so ist sie für jede verdauende Flüssigkeit unerreichbar und dann gewiß in dem Magen der meisten Thiere unlöslich; aber es ist die Frage, ob die nicht incrustirte Cellulose, welche so mannigfach im Pflanzenreich vorkommt, nicht für viele Thiere eine Nahrung ist. Es scheint kaum zweifelhaft bei den Thieren, welche ausschließlich von Pflanzennahrung leben, und vielerlei Pflanzentheile genießen, worin der Zelleninhalt das Protein herbeiführen mag, in welchem Zelleninhalt aber zu wenig andere Stoffe vorkom-

*) Scheik. Onderz. Deel III, p. 29.

men, als daß das, was anderen im Amylum, Gummi und Zucker gegeben wird, daraus ſollte gezogen werden können. Selbſt bei den wiederkäuenden Thieren, bei denen das Wiederkäuen ſicher mit dazu dient, den Inhalt der Zellen, des Graſes z. B., ſo viel wie möglich nach außen zu legen, muß die Zellenwand äußerſt fein zertheilt werden; und dient hier die Zellenwand, ſo weit ſie aus Celluloſe beſteht, nicht als Nahrung, ſo bleibt es ein Räthſel, wovon die Kuh, die Gras genießt, ſo gut genährt werden kann.

Wird die Celluloſe wirklich bei vielen Thieren in den erſten Wegen aufgelöſt, ſo entſteht daraus Dextrin und Zucker, wie aus dem Verſuch von Payen (p. 202) unmittelbar folgt, und dann dient ſie beim Genuß von Pflanzennahrung zu demſelben Zweck, wozu Amylum, Gummi, Zucker und Pflanzenſchleim dienen.

Während alſo einige Gründe dafür ſprechen, daß Celluloſe bei der Verdauung in Zucker übergeht, muß man weit entfernt ſein, anzunehmen, daß alle Celluloſe von genoſſener Pflanzennahrung in Zucker übergehe; es ſcheint, daß eine Sorte von Celluloſe dazu mehr geneigt iſt, wie eine andere; wahrſcheinlich haben wir gegenwärtig verſchiedene Körper unter dieſem Namen aufgenommen *).

Die Pectoſe iſt ein Stoff der verdickten Zellenwand ſolcher Pflanzentheile, welche durch Kochen mit Kali Pectinſäure geben. Dieſe Säure exiſtirt nicht als ſolche in den Pflanzen, wie mir Verſuche, die ich nach Niederſchreibung des oben p. 246 u. f. hierüber Angeführten anſtellte, gezeigt haben. (Scheik. Ond., Deel III, p. 169).

Kocht man z. B. fein zertheilte Knollen, die gut mit kaltem Waſſer ausgezogen ſind, mit Waſſer aus, ſo erhält man in der Flüſſigkeit keine Pectinſäure, aber Zucker und eine

*) Von der Hefe-Celluloſe habe ich die verſchiedene Natur angedeutet. Scheik. Ond. Deel II, p. 455. v. Baumhauer, über Pflanzenphas, p. 52.

in Waſſer lösliche Säure, welche mit Pectinſäure gleiche Zuſammenſetzung zu haben ſcheint. Kocht man Knollen, mit kaltem Waſſer gut ausgezogen, mit Salzſäure aus, ſo hat man Zucker und dieſelbe auflösliche Maſſe zu erwarten. In beiden Fällen iſt man nach dem Auskochen der Knollen nicht im Stande, durch Kali eine ſo große Menge Pectinſäure aus den Knollen zu erhalten, als wenn man ſie unmittelbar mit Kali behandelt.

Bei gewöhnlicher Temperatur läßt ſich aus Knollen, die mit Waſſer ausgelaugt ſind, durch Kali keine Pectinſäure ausziehen; es iſt hierzu ein höherer Wärmegrad nöthig.

Bei allen dieſen Verſuchen nimmt die dicke Zellenwand an Menge ab, beim Kochen von Knollen mit Waſſer, mit Salzſäure oder mit Kali; die Zellenwand liefert alſo, nach Verſchiedenheit der Einflüſſe, Zucker, Pectinſäure oder die auflösliche Säure (Parapectinſäure), und es verdient daher aus diätetiſchem Geſichtspunkt unterſchieden zu werden, ob gekochte oder rohe Knollen, dann wohl Pectinſäure genoſſen wird. Im erſten Fall wird aus der verdickten Zellenwand (Pectoſe) eine große Menge Zucker gebildet, mit Parapectinſäure, von deren Veränderung in dem Speiſekanal wir gegenwärtig nicht weiter Rechenſchaft geben können, eben ſo wenig, wie von der Pectinſäure. Aber ſo viel iſt wenigſtens ſicher, daß aus diätetiſchem Geſichtspunkt die Knollen, und alſo auch alle Pflanzentheile, welche mit Kali bei Siedhitze Pectinſäure geben, roh oder gekocht genoſſen, nicht als Pectinſäure, ſondern der Hauptſache nach als Fruchtzucker angeſehen werden müſſen, und ſie alſo nährend ſind, ſo wie amylumartige, Dextrin oder Zucker bildende Stoffe.

Bouchardat und Sandras haben (Compt. rend., Jan. 1845, Nr. 3, p. 143) Verſuche angeſtellt über die Verdauung von Rohrzucker, und bei Hunden, mit Zucker gefüttert, denſelben im ganzen Darmkanal gefunden, zum Theil noch als Rohrzucker, zum Theil als Milchſäure. Der Urin

nimmt nach einigen Tagen Spuren von Zucker auf, und sie fanden denselben auch in der Galle, dem Blut, dem Chylus. Im Magen wird nach ihnen Rohrzucker in sucre interventi(?) und Milchsäure verwandelt, und sie glauben, daß unter diesen beiden Formen die Bestandtheile des Zuckers ins Blut übergeführt werden. Als Glucose und sucre interventi als Nahrung gegeben wurden, fanden sie keine Spur davon im Urin; sie meinen, daß diese zwei schnell zersetzt werden. Wird Rohrzucker als Nahrung gegeben, so muß er in sucre interventi oder Milchsäure umgesetzt werden, um, ins Blut gelangt, zersetzt zu werden.

Sie meinen, daß diese zwei Producte beim Athmen unmittelbar in Kohlensäure und Wasser zersetzt werden und keine Zwischenproducte bilden; sie fanden bloß ein wenig ameisensaures Natron im Blut.

Versuche, die sie über unverändertes Amylum anstellten, haben ihnen gezeigt, daß beim Menschen und bei den fleischfressenden Thieren die Amylumkörner größtentheils unverändert in den Excrementen wieder austreten. Bei pflanzenfressenden Thieren fanden sie das rohe Amylum im Magen nicht verändert, aber in den dünnen Därmen beginnt die Veränderung, und die Amylumkörner werden vertheilt und aufgelöst. Jod bewirkt zwar noch Farbenveränderung, aber man entdeckt doch auch Dextrin und Glucose in der Masse. Die ganze Masse fanden sie in den dünnen Därmen alkalisch, während die im Coecum sauer reagirte. Hier fanden sie noch Amylumkörner, aber auch Dextrin, Glucose und Milchsäure.

Bei den körnerfressenden Vögeln fanden sie die Veränderung des Amylum viel stärker, wie bei den Säugethieren. Bei einigen Vögeln fanden sie am Ende der dünnen Därme keine Amylumkörner mehr.

Die Auflösung von gekochtem, in Kleister verwandeltem Amylum beginnt nach ihnen beim Menschen und

den Fleisch fressenden Thieren im Magen, und im Darmkanal fanden sie Dextrin, Glucose und Milchsäure.

Wird gleichzeitig mehr als 1 Gramm (bei einem alten Hund) von Zucker — er sei als Futter gegeben oder aus Amylum im Speisekanal entstanden — in die Blutmasse geführt, so wird nach Bouchardat und Sandras Zucker im Urin gefunden. Es scheint dann zu viel eingeführt zu werden, um chemisch im Blut umgesetzt werden zu können. Aber wie sie dies gefunden haben, ist nicht angegeben; es scheint eine Vermuthung zu sein*).

Diesen stehen die folgenden Resultate geradezu entgegen.

Wird Zucker ins Blut gebracht, so findet man ihn im Urin wieder, aber keine Spur davon, wenn er zuvor mit dem Magensaft in Berührung gewesen ist (Bernard). Mialte meint, daß das Alkali des Bluts Traubenzucker und Dextrin chemisch umsetzt, und unter andern einen Stoff daraus bildet, welcher ein sehr starkes Desoxydationsvermögen hat, so daß er Eisenoxydsalze zu Oxydulsalzen, Bleioxyd zu Bleioxyd und Kupferoxydsalze zu Oxydulsalzen und selbst zu Metall reduciren kann.

Bei Diabetes soll nach Mialte das nöthige Alkali zur Zersetzung des Zuckers fehlen, und darum Zucker im Urin gefunden werden**).

Es ist bekannt, daß Traubenzucker unter dem Einfluß von Alkalien in Glucinsäure verwandelt wird, und daß Inulin selbst essigsaures Bleioxyd zu Metall reduciren kann***).

Es ist daher wohl möglich, daß Zucker als Glucose in das Blut kommt, aber das anwesende Alkali muß rasch

---

*) Auch haben sie gefunden, daß Glucose und Zucker nicht durch die Chylusgefäße, sondern durch die Adern aus den Därmen in die Blutmasse übergeführt werden.

**) Compt. rend, 15. Avril 1844, p. 707.

***) Scheik. Onderz., Deel I., p. 289. Nach Blondeau de Carolles soll sich Zucker durch Caseïn in Essigsäure verwandeln können, ohne etwas zu verlieren oder aufzunehmen. Compt. rend., 15 Avril 1844, p. 695.

Glucinsäure daraus bilden ($C_8 H_{10} O_5$. Bulletin 1840, p. 36). Diese Glucinsäure ist einer sehr raschen Zersetzung fähig; aber sie ist noch nicht im Blut gefunden, und man weiß noch nicht, welche Stelle sie da einnimmt. Man hat Zucker im Blut gefunden; er wird daher nicht gänzlich in Glucinsäure verwandelt.

Nach Magendie kommt auch Dextrin im Blut vor; aber er hat nicht angegeben, auf welche Weise er dies gefunden hat. Von Amylum oder Pflanzenschleim ist keine Spur im Blut angetroffen, und von allen p. 916 aufgezählten Körpern haben wir es daher allein oder hauptsächlich mit Zucker zu thun, als dem allgemeinen Stoff, welcher das Product ihrer Umsetzung im Mund und dem Magen ist.

Die Verschiedenheit in der Länge des Darmkanals bei fleisch- und bei grasfressenden Thieren hängt nicht, wie man früher meinte, davon ab, daß die Nahrung aus dem Pflanzenreich eine größere Bearbeitung nöthig hat, wie die aus dem Thierreich, und deshalb die grasfressenden Thiere einen mehr zusammengesetzten Magen und längeren Darmkanal haben, sondern einfach davon, daß bei fleischfressenden Thieren die Auflösung und Ausziehung der Nahrungsstoffe schneller zu Stande kommt, wie bei grasfressenden. Wenn Eiweiß, Gluten, Amylum, Dextrin, Zucker, Pectose, Fette in Pflanzenzellen eingeschlossen sind, kann bloß durch ein längeres Verweilen der Speisen in den Eingeweiden durch endosmotischen Wechsel eine Auflösung und Ausziehung dieser Stoffe zu Stande kommen, oder es muß, durch langes und wiederholtes Kauen eine Trennung der Zellenhäute bewirkt werden, wobei indeß die Stoffe, welche in der Zellenwand selbst enthalten sind, wie coagulirtes Eiweiß, Pectose ꝛc., selbst dann nicht durch langes Verweilen in auflösenden Flüssigkeiten ausgezogen werden können.

Das alles ist beim Genuß thierischer Nahrung unnöthig; die Nahrungsstoffe sind hier, nach gehörigem Kauen, in unmittelbarer Berührung mit den auflösenden oder umsetzenden

Flüssigkeiten der ersten Wege, und es wird also, das Uebrige für thierische und Pflanzennahrung gleich gesetzt, so fern es nämlich die Auflösung und Umsetzung betrifft, zum Ausziehen beim Genuß von Pflanzennahrung viel mehr Zeit erfordert.

Damit hängt es denn auch zusammen, daß die grasfressenden Thiere mit einem System von Mägen versehen sind, wovon wir bei den fleischfressenden bloß einen wiederfinden, und daß sie einen viel längern Speisekanal haben, wie letztere. Man hat sogar beobachtet, daß fleischfressende wild lebende Thiere, wenn sie Hausthiere werden und also gemengte Nahrung bekommen, einen längern Darmkanal erhalten. Dies ist namentlich von den Katzen aufgezeichnet.

Sei es nun, daß durch das Kauen die Speisen mit Speichel gemengt und zugleich fein zertheilt werden, sei es, daß sie, wie bei den Vögeln, ungekaut durchgeschluckt und im Kropf weich gemacht und mit der noch nicht näher bekannten Kropfflüssigkeit durchweicht werden; der Speisebrei kommt in den Magen und wird hier stets denselben Einflüssen ausgesetzt, mag das Thier wiederkäuend sein oder nicht, dem Einfluß nämlich von schwachen Säuren und in Umsetzung begriffenen organischen Stoffen.

Ist die Masse der festen Stoffe groß und sind dieselben keiner Aufweichung oder Auflösung fähig, so können sie lange im Magen bleiben und Anlaß zur Indigestion geben. Der Magen erschöpft sich an Magensaft, und nach einiger Zeit treten krankhafte Absceidungen ein, die durch eine belegte Zunge sich zu erkennen geben und von Gasentwickelung oder Entwickelung von Essigsäure und Milchsäure und bei Fetten von Buttersäure ꝛc. gefolgt sind (rancor).

Wenn wir beachten, wie schnell manche Stoffe in den Urin übergehen, so müssen wir dafür halten, daß im Magen nicht bloß Ausziehung und Auflösung, chemische Umsetzung von Nahrungsstoffen zu Stande kommt, sondern daß vom Mageninhalt auch mehr oder weniger, vielleicht sehr viel durch die

Adern absorbirt und ins Blut geführt wird. Seit es bekannt ist, daß die Adern für die Därme die Hauptorgane von sogenannter Absorption sind, ist kein Grund, den Adern des Magens nicht dasselbe Vermögen zuzuschreiben. Wird Jodkalium in den Magen gebracht, so läßt sich in wenigen Minuten im Urin Jod nachweisen*). Daß nun weder das Jod allein, noch überhaupt eine bestimmte Klasse von Stoffen diese Eigenschaft besitzt, ist durch vielfache Erfahrung an Spargeln, vielerlei irritirenden Giften, Rhabarber ꝛc. ausgemacht.

Es ist daher kein Grund vorhanden, warum nicht auch aufgelöste Nahrungsstoffe, z. B. Bouillon, Leimauflösung, Pflanzensäuren, mit einem Wort, alles was auflöslich im Magen ist und endosmotisch mit austretenden Stoffen wechseln kann, im Magen sowohl wie in den Därmen soll absorbirt werden können.

Ist dies wirklich so — und es ist nicht daran zu zweifeln — dann ist eine fernere Verarbeitung von Stoffen in den Därmen für einen mehr besondern Zweck, für die Umsetzung gewisser Körper, deren Veränderung im Magen noch nicht vollendet ist, dienlich.

Es liegt auch in der Natur der Sache, daß das, was geeignet ist, ins Blut zu treten, sowohl aus dem Magen wie aus den Därmen darin übergehen kann; und mag es geeignet sein oder nicht, die Erfahrung lehrt, daß es ins Blut übergeht.

In dieser Hinsicht ist der erste Theil der dünnen Därme, bevor Galle und Pancreasflüssigkeit sich darin ergossen haben, dem Magen vollkommen gleich; die Speisen erleiden darin keine andere Umsetzung wie im Magen; aus ihm wird nichts anderes absorbirt werden, wie im Magen aus demselben aufgenommen wird. Die Proteinverbindungen sind zum Theil in den auflöslichen Zustand übergegangen, die Zucker hervor-

*) J. A. Mulder in Nederl. Lancet 1846.

bringenden zum Theil in Zucker verwandelt; von beiden kann ein Theil durch die Adern vom Magen und dem ersten Theile des Duodenums aufgenommen werden; keine Beobachtung und kein Versuch spricht dagegen, viele im Gegentheil bestätigen es. Die Fette bleiben im Magen unverändert, die Pflanzensäuren wahrscheinlich ebenfalls.

Nahrungsstoffe in den Därmen.

Von dem Augenblick an, wo Galle und Pancreassaft zugetreten sind, entsteht im Darminhalt eine wesentliche Veränderung. Die Galle schlägt alle Proteinverbindungen, die schon aufgelöst waren, wieder nieder, macht sie unlöslich und es muß also in dem tieferen Theil des Darmkanals ein neues Auflösungsmittel zugeführt werden, wenn sie ins Blut übergehen sollen. Die Zucker bildenden Stoffe müssen in ihrer Umsetzung — welche unter dem Einfluß verdünnter Säuren geschieht — einen gewissen Stillstand erfahren; die Fette fangen an zum Theil unverseift durch die vasa lactea aufgenommen zu werden und machen den Chylus milchig; daher viele Fettkügelchen im Chylus. Die Pflanzensäuren werden theils unverändert absorbirt, theils bilden sie kohlensaure Salze, die durch die vasa lactea mit aufgenommen werden. Der entstandene Zucker tritt wiederum durch die vasa lactea in die Blutmasse.

Wohin werden die Proteinverbindungen dann geführt? Sie können in dem ersten Theil der dünnen Därme, nach dem Eintreten der Galle, nicht absorbirt werden, *weil sie in Wasser unlöslich sind.*

Außer dem Dienst, den die Galle verrichtet, um dem Darminhalt eine in Umsetzung begriffene Flüssigkeit darzubieten, außer dem noch dunkeln Einfluß der Pancreasflüssigkeit, dessen Eiweißstoff durch die Galle mit niedergeschlagen wird, sind zunächst in den dünnen Därmen, und ebenso in den dicken

Därmen noch wichtige Einflüsse auf den Inhalt derselben zu betrachten.

Zunächst müssen wir in Erwägung nehmen, wie durch endosmotischen Wechsel ein Gemenge in den Därmen zu Stande kommt, worin viele Bestandtheile des ausgetretenen Blutwassers angetroffen werden müssen.

Dieses Austreten von Blutwasser ist von großer Wichtigkeit. Aus den Versuchen von Magendie (p. 953) ist hervorgegangen, daß alle mit Nahrungsflüssigkeit durchdrungenen Stoffe des Organismus das Vermögen haben, Amylum in Zucker zu verwandeln; Cellulose, Pflanzenschleim ꝛc. werden auf gleiche Weise dadurch verändert. Blutserum hat dasselbe Vermögen. Es giebt also im Blut einen Stoff, oder ein Gemenge, welchem ebenso, wie den organischen Stoffen des Magens, der Name Pepsin zukommt. Indem der Darminhalt und das Blutserum endosmotisch wechseln, treten immer neue Mengen von diesem Pepsin in die Därme ein, und werden also dem Inhalt der Därme immer neue Mengen von einem Mittel zur Zuckerbildung dargeboten. Nicht die durch die Magenwände endosmotisch auswechselnden Blutbestandtheile, nicht das Magen-Pepsin allein, sondern auch Duodenum-Pepsin, Jejunum-Pepsin, Ileum-Pepsin, oder, lieber gesagt, gewisse organische Stoffe des in die dünnen Därme tretenden Blutserums, unterhalten, befördern die Umsetzung von Stelle zu Stelle.

In dieser Art ist die Endosmose und Exosmose in den Därmen, in Verbindung mit der schönen Entdeckung von Magendie, der Schlüssel zur Hauptverrichtung der dünnen Därme, der Bildung nämlich von Zucker, und zugleich ein Mittel, auf das Magenpepsin zu verruimen (erweitern?).

Durch das Austreten von Blutwasser, wodurch allein ein Eintreten des Darminhalts möglich wird, wird der Darminhalt allmählich minder sauer und endlich alkalisch durch das Alkali des Blutserums. Dadurch wird ein letzter Prozeß der Verdauung zu Stande gebracht, welcher von ganz anderer

Art ſein muß, wie Auflöſen und Alles, was Säuren außerdem hervorbringen können.

Das alkaliſche Serum, welches aus den Blutgefäßen tritt, liefert zunächſt der Fellinſäure und Cholinſäure der Galle, welche entſtehen, Natron, und läßt das Ammoniak des zerſetzt werdenden Bilins frei werden, welches dann auflöſend auf vorhandene Stoffe wirken kann. Alle Proteinverbindungen ſind in Ammoniak löslich, und das vorhandene Waſſer macht alſo den alkaliſchen Inhalt der dicken Därme geſchickt, ſeine Proteinverbindungen, die noch vorhanden ſind, durch das Blut aufnehmen zu laſſen.

Aber das Alkali hat hier noch einen andern Dienſt zu erfüllen. Bei 37°,5 kann ein ſchwaches Alkali aus Käſeſtoff, aus Eiweiß, aus Faſerſtoff Protein bilden, unter Ausſcheidung von Ammoniak, und unter Bildung von Sulphuret und Hypoſulphit, von Natrium z. B. (p. 916 und 1005).

Daher denn ein Theil des Schwefelwaſſerſtoffs, welchen die Faeces von ſich geben, oder der als Gas ausgetrieben wird, indem hier oder da eine Säure anweſend iſt, wodurch Schwefelnatrium und Waſſer zerſetzt werden. Ein Theil davon wird indeß auch durch die Sulphate geliefert, ebenſo wie in ſtillſtehenden Wäſſern.

Während nun aus den ſchwefelhaltigen Proteinverbindungen Schwefel abgeſchieden wird, wird aus den phosphorhaltigen auch Phosphor frei.

Das Wichtigſte jedoch bei dieſem Prozeß iſt, daß aus den als Speiſen genoſſenen Schwefel- und Phosphor-Proteinverbindungen Protein gebildet wird.

Ein Alkali bei Digeſtionstemperatur kann nicht ohne Einfluß bleiben auf die Antheile Sulphamid und Phosphamid, die in den eiweißartigen Körpern gefunden werden; es muß ein Theil, wie wir es früher nannten, entſchwefelt werden, und geſchieht dies wirklich, ſo gelangt die organiſche Gruppe, die wir Protein nennen, ins Blut, mit einer gewiſſen Menge

S_2 O_2 verbunden. Es bleibt der ferneren Nachforschung überlassen, diese Stoffe im Blut zu finden.

Wenn Hühnereiweiß in Bluteiweiß verwandelt wird, so muß es Sulphamid verlieren, und wohl von 3,2 auf 2,6 Proc. (Scheik. Ond., Deel IV, p. 223 und 226). Diese Veränderung kann auch unter dem Einfluß der Alkalien in den dicken Därmen statt finden.

Was das Alkali der dicken Därmen außerdem verrichtet, ist gegenwärtig nicht wohl anzugeben.

Die Veränderung, welche der Darminhalt erleidet, nachdem Galle und Pancreassaft zugetreten sind, ist zunächst ein Niederschlagen von Bilifellinsäure mit allen aufgelösten Proteinverbindungen, ferner von Gallenschleim durch die Säure des Magen- und Darmsaftes, drittens ein Niederschlag von Galle selbst, von Fellinsäure, die weiterhin in Cholinsäure und Dyslysin verwandelt wird. Der Brei wird dadurch consistenter, verliert aber auch an Feuchtigkeit, dadurch daß dieselbe fortwährend daraus absorbirt wird; durch die Galle hat er eine gelbbraune Farbe angenommen. Der Inhalt wird weniger sauer, im Maaße als er mehr in die dicken Därme rückt; bei vielen Thieren ist er schon in dem untersten Theil der dünnen Därme alkalisch. Die Beschaffenheit des Breis ist sehr verschieden je nach der genossenen Nahrung.

Die Neigung zu Desoxydation, welche im Darminhalt verspürt wird, läßt Gase entwickeln, unter denen Wasserstoff einen Hauptplatz einnimmt; ferner Stickstoff aus der Luft, von welcher der Sauerstoff verschwunden ist, und Kohlensäure, welche letztere theils aus dem kohlensauren Alkali der Galle, theils aus dem des Blutserums durch den sauren Darminhalt entwickelt wurde.

Daß diese Gase, was Kohlensäure und Wasserstoff anlangt, zum Theil auch Producte der Zersetzung des Darminhalts sind, ist deutlich genug. Der Sauerstoff der Luft, nebst dem der zersetzten Stoffe, läßt diese Kohlensäure entstehen, in

ſo weit ſie nicht aus den kohlenſauren Salzen frei wurde. Der Waſſerſtoff iſt auch ein Product von Gährung. Es iſt bemerkenswerth, daß unter dieſen Gaſen der dünnen Därme im geſunden Zuſtand ſo ſelten Kohlenwaſſerſtoffgas vorkommt.

Der Speiſebrei wird in den dicken Därmen in ſeiner Natur verändert. Zunächſt macht es einen weſentlichen Unterſchied, daß er hier alkaliſch iſt. Er wird dies mehr und mehr, nach Maaßen, als er aus einem tiefer liegenden Theil der dicken Därme unterſucht wird. Im Blinddarm iſt der Inhalt manchmal ſauer, was man von der Ergießung eines Secrets aus der wurmförmigen Verlängerung dieſes Darms abgeleitet hat, und welche ſaure Reaction um ſo ſtärker gefunden wird, je mehr ſchwer verdauliche Speiſen genoſſen wurden und in den Blinddarm traten. Andere haben dieſe ſauren Stoffe von der ganzen Oberfläche des Darms abgeleitet, ebenſo wie den Magenſaft von den Wänden des Magens, und dies hat Valentin*) bewogen, mit Stückchen vom Blinddarm, die mit verdünnter Salzſäure oder Galle vermengt wurden, Fleiſch, Eiweiß und andere Stoffe in Berührung zu bringen, um zu ſehen, ob ſie ähnlich wirken, wie der Magen oder die daraus ausgezogenen Stoffe. Das Reſultat dieſer Verſuche zeigte, daß Proteinkörper auch hier aufgelöſt werden, und daß die Galle, mit oder ohne Schleim, dieſer Auflöſung nicht hinderlich iſt, wie Schulz behauptet hat. Da indeß Schweineblaſe und andere organiſche Stoffe auch ähnliche Reſultate geben (p. 962), ſo läßt ſich hieraus in Betreff der Wirkung des Blinddarms oder der daraus abgeſonderten Säure nichts Beſtimmtes ſchließen. — Die Sache iſt noch im Unſichern, und es ſcheint mir, daß man mehr aus der Form des Darms, dem wurmförmigen Anhängſel, den im Darm vorkommenden tiefen Falten, und dem dadurch bewirkten längeren Verweilen der Contenta in demſelben, auf die Wichtigkeit ſeines Dienſtes, auf eine zweite

*) Phyſiologie I p. 353

Magenverrichtung in demſelben geſchloſſen hat, wie aus unmittelbaren Verſuchen über ſein Verdauungsvermögen. Daß er indeß einen wichtigen Antheil an der Verdauung nimmt, folgt ſchon daraus, daß er ein Darm iſt, aber welchen Antheil er daran nimmt, iſt unbekannt. Bei den Herbivoren iſt der Blinddarm in der Regel ſehr ſtark entwickelt, bei den Carnivoren fehlt er zuweilen ganz oder beinahe, und er hält alſo gleichen Schritt mit der Entwickelung des Darmkanals bei Herbivoren und Carnivoren im Allgemeinen.

Im Blinddarm fängt inzwiſchen eine andere Zerſetzung der Stoffe an, wie die, welche in den dünnen Därmen wahrgenommen wird. Ein anderer Gasgehalt zeigt ſofort eine andere Umſetzung. Der Stickſtoff behält die Oberhand, aber die Menge der Kohlenſäure hat ſehr zugenommen, und mit dem Waſſerſtoff iſt Kohlenwaſſerſtoff, in größerer oder geringerer Menge auch Schwefelwaſſerſtoff gemengt, welche Gasentwickelung zunimmt, im Maaße, als man dem Rectum ſich nähert. Dabei wird der Geruch ganz verändert. Es ſtellt ſich ein ganz eigenthümlicher Geruch ein, der noch nicht erklärt iſt, der aber auch entſteht, wenn man Proteinverbindungen mit Kali ſchmilzt und mit einer Säure übergießt oder der Luft ausſetzt. Das Alkali der dicken Därme, auf die Proteinverbindungen wirkend, iſt ſicher die Urſache dieſes Geſtankes: aber was dadurch hervorgebracht wird, iſt unbekannt. Es war Liebig vorbehalten, dieſem Geſtank der Excremente auf die Spur zu kommen*). Der Geſtank hängt jedoch auch von der genoſſenen Nahrung und der Art des Thieres ab.

Von der eigentlichen Natur des Inhalts der dicken Därme iſt noch ſehr wenig bekannt. Solche Kenntniß iſt gegenwärtig auch noch unmöglich; ſie folgt erſt der Kenntniß aller andern Stoffe des Darmkanals und der Speiſen. Kennen wir den Speichel noch unvollkommen, den Magenſaft nur zweifelhaft,

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1846, Juni

den Pancreassaft noch gar nicht; fangen wir erst an, die Galle zu kennen; wie soll man dann ein Product von diesem allen zusammen und von nur zur Hälfte bekannten Speisen kennen können? Die verdienstlichen Versuche, welche Gmelin und Tiedemann hierüber angestellt haben, haben inzwischen eine eigenthümliche Substanz nachgewiesen, die im Inhalt der dicken Därme bei fleischfressenden Thieren sowohl, wie bei pflanzenfressenden enthalten ist, welche durch Salpetersäure, Salzsäure, Chlor, Zinnchlorür, Sublimat roth gefärbt wird; aber was dies für eine Substanz ist, ist nicht bekannt.

Die Menge des Bilins nimmt im Inhalt der dicken Därme mehr und mehr ab, die seiner Zersetzungsproducte mehr und mehr zu; so daß Dyslysin, Cholinsäure, Fellinsäure, Taurin, Ammoniak (mit Säuren, die aus den höher liegenden Theilen der dünnen Därme herrühren, verbunden), Darmschleim, Gallenschleim, Magenschleim und Mundschleim die Hauptbestandtheile des Darminhalts werden. Es zeigen sich Krystalle in der Masse, u. a. von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde, und Infusorien. Die Spuren der genossenen Speisen nehmen um so mehr ab, je weiter man im Darmkanal hinabrückt, namentlich die von Proteinstoffen, Leim, Amylum, Dextrin, Zucker ꝛc., während die unlöslichen Stoffe, wie elastisches Gewebe, verdickte Zellen- und Gefäßwände von Pflanzen, Cuticula ꝛc. unverändert bleiben und mit den Producten von Galle und dem Schleim die faecalen Massen bilden, die endlich nach außen getrieben werden.

Es bleibt uns noch übrig, in der Kürze den Veränderungen nachzugehen, die die Speisen in den dünnen und dicken Därmen erleiden, und was von den genossenen Speisen in das Blut tritt.

Wenn ich mich nicht täusche, muß man in den dünnen Därmen folgende Stoffe unterscheiden. Zunächst schlägt die Galle alle Proteinverbindungen nieder, die im Magen aufgelöst sein mochten. So lange der Inhalt der Därme sauer ist

— und dies ist in dem größten Theil der dünnen Därme der Fall — ist also an eine Absorption der Proteinverbindungen nicht zu denken: diese geschieht erst in den dicken Därmen. Ich behaupte nicht, daß nichts davon absorbirt wird, aber wenn es wahr ist, was bewiesen zu sein scheint, daß die Galle alle auflöslichen Proteinverbindungen niederschlägt, dann ist eine geraume Zeit nöthig, um die unlösliche Verbindung der Galle mit denselben wieder löslich zu machen. Eine Auflösung der Proteinverbindungen in den dünnen Därmen ist also nicht, oder nur sehr unvollkommen möglich.

Die Zucker bildenden Stoffe fahren unter dem Einfluß der Säure der dünnen Därme fort, in Zucker verwandelt zu werden; sie werden als Zucker von den Chylusgefäßen aufgenommen. Daß diese die Proteinverbindungen nicht aufnehmen, wie die Beobachtung gelehrt hat, liegt nicht daran, daß letztere durch die Adern aufgenommen werden, sondern daran, daß sie in den dünnen Därmen überhaupt nicht aufgenommen werden.

Die Fette werden von den Chylusgefäßen aufgenommen, und man findet sie denn auch in großer Menge im Chylus; ihr kleinster Theil kann als Seife darin vorkommen, als Seife in das Blut treten, weil der Inhalt der dünnen Därme sauer ist; es sind also neutrale, noch nicht verseifte Fette oder fette Säuren ohne Basen, die durch die Chylusgefäße der dünnen Därme aufgenommen werden.

Ueber die Verdauung der Fette haben Bouchardat und Sandras Versuche angestellt, welche folgende Resultate geliefert haben (l'Institut, 6 Juillet 1843, p. 226).

Der Chylus der Thiere, die mit Mandelöl reichlich gefüttert werden, ist in überflüssiger Menge vorhanden. Man kann 10 — 14 Proc. Mandelöl daraus ausziehen.

Das Blut von solchen Thieren giebt ein halb flüssiges Fett, Elainsäure, Margarinsäure, Cholesterin und flüchtige fette Säuren enthaltend. (Die Menge ist nicht angegeben.)

Mit festem Fett gefütterte Thiere liefern gleichfalls viel Chylus, in welchem 10 — 15 Proc. Fett enthalten ist.

Das Blut dieser letzteren liefert ein minder flüssiges Fett, wie das Blut der mit Mandelöl gefütterten, aber der Schmelzpunkt des aus dem Blut gezogenen Fetts ist stets niedriger, wie der des als Nahrung gegebenen. In solchem Blut wurde auch Stearinsäure gefunden.

In der Galle von Thieren, die mit Mandelöl, oder in solchen, die mit festem Fett gefüttert wurden, findet man keine Verschiedenheit in den darin vorkommen Fettarten.

Der Chylus von Thieren, die Wachs genießen, ist an Menge gering und enthält nur Spuren von Wachs, dessen Schmelzpunkt 8 — 10° niedriger ist, wie der des Wachses selbst. Das genossene Wachs wird fast gänzlich in den Excrementen wieder gefunden.

Wachs mit fetten Oelen gegeben, vermehrt die Menge des Chylus; der Chylus enthält stets von beiden*).

Gefärbte Stoffe, mit den Fetten gegeben, findet man in den Chylusgefäßen nicht wieder.

Sie schließen daraus, daß die Chylusgefäße in den Därmen bloß Fette aussaugen; ein Schluß, welcher für unrichtig gehalten werden mag, denn viele andere haben Zucker, Magendie selbst Dextrin und Zucker im Chylus gefunden.

Hinsichtlich der Pflanzensäuren ist aus den p. 934 mitgetheilten Versuchen hervorgegangen, daß sie zum Theil als Carbonate, aber bei Ueberfluß als pflanzensaure Salze im Urin, also im Blut, der damit gefütterten Thiere gefunden werden. Dies hängt von der genossenen Menge ab.

Es sind noch keine Versuche angestellt, um Pflanzensäuren

*) Aus Versuchen von Binge und Thiernesse (Bull. de l'Ac. royale de Med. Bruxelles 1844) geht hervor, daß, wenn man einen Ueberfluß von Oel oder Lebertran in den Magen von Hunden bringt, die Leber dadurch eine große Menge Fett aufnimmt, und die genossenen Fette unverändert ins Blut geführt werden.

oder pflanzenſaure Salze unter dem Einfluß organiſcher Stoffe und der Digeſtionstemperatur in kohlenſaure Salze zu verwandeln, aber es iſt aller Grund, eine ſolche Umſetzung für möglich zu halten, ſeit wir durch Reiſet und Millon (Ann. de Chim. et de Phys. Juillet 1843, p. 280) gelernt haben, daß allerhand organiſche Säuren, auch Fette, durch Platinſchwamm, durch andere poröſe Körper, in Kohlenſäure und Waſſer zerfallen, wenn ſie bei einer verhältnißmäßig niedrigen Temperatur damit in Berührung ſind, und die Luft zutreten kann. Bei Butter iſt dazu eine Temperatur von 90°, bei Olivenöl eine ſolche von 80° hinreichend. Weinſteinſäure erfordert eine Temperatur von 160°. Es iſt daher von Belang, mit organiſchen Stoffen, in demſelben Sinn wie mit dem ſogenannten Pepſin, ſolche Verſuche auch mit Pflanzenſäuren anzuſtellen. In Umſetzung begriffene organiſche Stoffe müſſen Pflanzenſäuren in Kohlenſäure verwandeln, aber es bleibt die Frage, unter welchen Umſtänden dies durch die Kunſt nachgeahmt werden kann. — Die Bildung kohlenſaurer Salze aus Salzen mit organiſchen Stoffen kann ſchon in den Därmen geſchehen, und von da müſſen dieſe kohlenſauren Salze ins Blut übergehen und durch die Nieren entleert werden. Es iſt indeß ausgemacht, daß organiſche Säuren, in großer Menge genoſſen, zum Theil in das Blut übergehen und dort vorerſt ſo einwirken, wie die Chemie ihre Einwirkung auf die Blutbeſtandtheile kennen gelehrt hat (ſ. Blut); ferner wiſſen wir, daß die Zucker bildenden Stoffe in den dünnen Därmen fortfahren, Zucker zu liefern, der in die Chylusgefäße aufgenommen wird, und daß die Fette auch im Emulſions-Zuſtand in den Chylus übergehen und zum Theil im Blut verſeift werden müſſen. Dieſe Umſetzung und Aufnahme iſt der Hauptdienſt der dünnen Därme. — Sie ſind für dieſen Dienſt ſo viel länger bei Herbivoren wie bei Carnivoren, vor allen wegen der Umſetzung von Amylum, Celluloſe, Pflanzenſchleim in Dextrin und Zucker; dazu dient vor allen der com-

plere Magen der wiederkäuenden Thiere; dazu und zur Aufweichung und Ausziehung der ſtarke Magen der Vögel.

Die dicken Därme haben einen viel wichtigeren Dienſt zu erfüllen, nämlich die in den Därmen durch die Galle niedergeſchlagenen Proteinverbindungen wieder löslich werden zu laſſen, ihre Schwefel- und Phosphormengen zu modificiren, die des Schwefels ſicher zu vermindern, vielleicht dem Caſein Phosphor darzubieten, den dieſes nöthig hat, um Albumin oder Fibrin zu bilden (p. 1017 — 1022). Wo Schwefelwaſſerſtoff gebildet wird, läßt ſich eine ſauerſtofffreie Phosphorverbindung denken. Und von da kann Caſein den Phosphor bekommen, um ſpäter in Albumin und Fibrin verwandelt zu werden. So auch mit Legumin und den anderen Proteinverbindungen des Pflanzenreichs.

Nachdem dies alles geſchehen iſt, bleibt den dicken Därmen der wichtige Dienſt vorbehalten, dieſe Proteinverbindungen ins Blut überzuführen. Der Alkaligehalt des Inhalts hat die Säure des Inhalts der dünnen Därme ganz geſättigt; die Galle hat ſich mehr und mehr metamorphoſirt und alle unlöslichen Verbindungen von Galle mit Proteinſtoffen ſind zerſetzt worden; das Natron, das Ammoniak der Galle ſelbſt, das Alkali des Blutwaſſers, welches aus dem Blut in die dicken Därme tritt, ſcheidet die Bilifellinate von Albumin, Fibrin ꝛc., die unlöslich waren, und macht alle Proteinverbindungen löslich in den Alkalien, und ſo treten ſie dann, in einer ſchwachen alkaliſchen Flüſſigkeit aufgelöſt, in die Venen, durchlaufen erſt die Leber in der vena portarum, ſcheiden hier die Galle ab, und treten aus der Leber, um in den allgemeinen Blutſtrom aufgenommen zu werden.

Nach dieſer Vorſtellung dienen die dicken Därme nicht, um das, was noch von benutzbaren Stoffen im Speiſebrei übrig geblieben iſt, auszuziehen, ſondern um das Wichtigſte aus demſelben aufzunehmen. — Dafür ſprechen außer den ſchon angeführten Gründen noch: Das ſehr ſtarke Abſorptions-

Vermögen der dicken Därme, so daß Nahrungsmittel, Bouillon z. B., durch Clysmata hineingebracht, geraume Zeit lang die Ernährung unterhalten können; die schnell eintretende Schwäche bei Diarrhoe, wobei hauptsächlich die dicken Därme die Contenta zu schnell austreiben, nicht die dünnen; die gleichmäßige Entwickelung der dicken Därme bei Herbivoren und Carnivoren, und die große Entwickelung der dünnen Därme bei den Herbivoren, die geringe Entwickelung derselben bei den Carnivoren. Die Auflösung von Leim oder leimgebendem Gewebe ist schnell vollbracht; die Umsetzung und Auflösung der Proteinverbindungen ebenfalls, wie auch die Auffaugung der Fette; dazu ist kein langer Darmkanal nöthig; aber um die Cellulose, das Amylum ꝛc. zu Zucker umzusetzen, dazu ist eine längere Zeit und also auch ein längerer Darmkanal nothwendig.

Chylus.

Was Gmelin und Tiedemann durch ihre schönen Untersuchungen über die Verdauung festgestellt haben, was aber von Vielen bezweifelt ist — nämlich, daß es nicht die Milchgefäße, sondern die Adern sind, wodurch die Nahrungsstoffe vorzugsweise aus den Därmen ins Blut geführt werden, — ist gegenwärtig allgemein als wahr anerkannt. Sie fanden von Kaliumeisencyanür, Eisensalzen, Rhabarber ꝛc. im Chylus keine Spur, aber diese Stoffe wohl im Blut und im Urin, wenn sie dieselben Thieren eingegeben hatten.

Seit dieser Zeit haben denn die Untersuchungen über die Natur des Chylus, der in den Chylusgefäßen und der Bruströhre (borstbuis) vorhanden ist, nicht den ausschließlichen Werth, wie früher, wo man meinte, daß alle Nahrungsstoffe durch die Chylusgefäße gingen, und darin noch eine weitere Verarbeitung erlitten. Was in den Därmen auflöslich vorhanden ist, und endosmotisch mit dem Blut der Adern wechseln kann, tritt in die Adern ein; was löslich

iſt und endosmotiſch mit dem Inhalt der Milchgefäße wechſeln kann, wird von dieſen aufgenommen. Von Schwämmchen oder Saugern exiſtirt keine Spur.

Ungeachtet die hauptſächlichſten Nahrungsmittel, nämlich die Proteinverbindungen, den Weg durch die Adern gehen, iſt doch die Kenntniß des Chylus von großer Wichtigkeit, denn auch auf dieſem Wege kommen Beſtandtheile von außen ins Blut, die für den Organismus wichtig ſind (p. 1039).

Viele wahrhaft ſchöne Unterſuchungen ſind über den Chylus ausgeführt von Wagner, Valentin, Naſſe, Biſchoff, Müller, Tiedemann und Gmelin, Rees, Emmert, Purkinje, Bruns, Schultz u. A. (S. d. Artikel Chylus von Naſſe in Wagner's Handwörterbuch). Ich will die letzten Unterſuchungen, durch welche die früheren in vielen Puncten beſtätigt ſind, hier kürzlich mittheilen.

Die Flüſſigkeit, welche die Chylusgefäße führen, hat man Milchflüſſigkeit genannt, wegen ihrer weißen Farbe; die Gefäße aus dieſem Grunde Milchgefäße. Man meinte früher, daß ſie, in dem Maaße wie man ſie mehr in der Nähe der Bruſtröhre unterſuchte, mehr mit Blut übereinſtimme, eine Veränderung, die man den Darmſcheilklieren, durch welche ſie gezogen war, zuſchrieb. Gegenwärtig indeß, nun man weiß, daß dergleichen Veränderungen im Blut Bezeichnungen von zu weitem Umfange ſind, nun man ferner weiß, daß — den Farbſtoff ausgenommen — ſtets Blut, d. h. ſeine Hauptbeſtandtheile — in der Nahrung vorkommt, bevor ſie genoſſen iſt oder einige Veränderung in den erſten Wegen erlitten hat, läßt ſich eine ſolche Vorſtellung nicht mehr vertheidigen*).

Es iſt wahr, daß in den Darmſcheilklieren Arterien-Blut mit dem Chylus gemengt wird und alſo der Chylus dem Blut mehr ähnlich, ſelbſt roth von Farbe wird und wahre Blutkörperchen bekommt, aber dieſe Veränderung rührt bloß

*) Ueber die Bildung der Blutkörperchen bei Blut.

von einer Einmengung von Blut, nicht von einer chemischen Umsetzung her, die in diesen Drüsen statt finden sollte.

Daß diese Drüsen übrigens nicht wesentlich sind, lehrt ihre Abwesenheit bei vielen Thieren, wie den Vögeln, Fischen und Amphibien.

Der Chylus ist nach Bouisson (Gazette méd. 1844) süß, nach dem Genuß stärkehaltiger Stoffe, verbreitet einen eigenthümlichen Geruch, vorzüglich, wenn er mit starker Schwefelsäure übergossen wird. Er ist klebrig, coagulirt an der Luft, und wohl ganz, und verwandelt sich in eine weiße Gallerte, zieht sich nachher zusammen und bildet einen Kuchen, der in einer trüben Flüssigkeit schwimmt. An der Luft geschieht dies schnell, während er im ductus thoracicus Stunden lang flüssig bleiben kann, wodurch er sich vom Blut unterscheidet, welches nach dem Tode in den Gefäßen schnell gerinnt. Der Chyluskuchen hat nach dem Auspressen das Ansehen von Fibrin, wird seiner Menge nach durch Fleischspeisen vermehrt, nach Beobachtungen von Marcet, und ist in Salzsäure, Essigsäure und Alkalien auflöslich. Das Serum ist schwach alkalisch, milchartig, opalisirend, und wird durch Aether klarer, zum Beweis, daß durch den Aether Fett ausgezogen wurde, und das milchartige Ansehen des Chylus dem Fett zuzuschreiben ist. Die Menge des Fetts ist sogar so groß, daß das Serum in der Ruhe sich nach einiger Zeit mit einem Rahmhäutchen bedeckt. Durch Hitze, durch Säuren und durch Alkohol wird aus diesem Serum ein Coagulum gebildet von einem Stoff, der Eiweißstoff ist.

Der Luft ausgesetzt, färbt sich der Chylus nach und nach röthlich, obschon nicht immer, und diese Farbenveränderung, die bei Licht rosenroth erscheint, wird desto mehr befördert, jemehr man den Zutritt der Luft stattfinden läßt, z. B. indem man den Kuchen in Stücke zerschnitten der Wirkung der Luft aussetzt: eine Färbung, die vermuthlich von der Einwirkung der Luft auf den Farbstoff des mit dem Chylus gemengten

Bluts abgeleitet werden muß, nicht von einem gewissen eigenthümlichen Chylus-Farbstoffe. Die Farbe des venösen Bluts ist in dem weißen, milchartigen Chylus weniger unterscheidbar, wie die des arteriellen, welche der beigemengte Blutfarbstoff an der Luft annimmt (S. Blut.)

Im Chylus sind durch das Mikroskop drei Arten von Körperchen zu unterscheiden; unregelmäßige und zweierlei runde. Die ersteren sind Fettmolecüle, Fetttröpfchen; sie werden von Aether aufgelöst und diese Lösung läßt nach dem Verdunsten einen Fleck zurück. Die Größe dieser Körperchen ist sehr veränderlich. Sie sind die Ursache der milchartigen Beschaffenheit des Chylus.. — Von den runden kommen zwei Arten vor: halbdurchscheinende, farblose, sphärische Körperchen, in Ammoniak löslich, in Wasser und Aether unlöslich, sie werden Chyluskörperchen genannt; in viel geringerer Zahl vorhanden ist die zweite Art von Körpern, die größer sind und hauptsächlich in der Bruströhre vorkommen, mit den Blutkörperchen einigermaßen übereinstimmen, aber farblos sind, bis (tenzy) sie der Luft ausgesetzt sind, als wann sie es sind, welche dem Chylus die rosenrothe Farbe mittheilen (Bouisson). Von Ammoniak werden sie aufgelöst, nicht von Salpetersäure. Sie sind rund, plattgedrückt, zeigen mehrere Kerben, sind kleiner wie die Blutkörperchen.

Dieser Gegenstand, die Chylus-Körper betreffend, ist von Vielen ausführlich untersucht. Schon Leuwenhoek hat eigenthümliche Körper im Chylus gefunden, aber Hewson sie zuerst genauer unterschieden. Man nannte sie Anfangs Chyluskörperchen, aber seit man sie von verschiedenen Formen gefunden hat, hat man nur für die eine Sorte derselben diesen Namen beibehalten. Es war ein wichtiger Punkt für die Untersuchung, zumal da man meinte, daß im Chylus die Bildung des Bluts nachgespürt werden müssen, eine Vorstellung, die man aus oben (p. 1042) angeführten Gründen gegenwärtig hat fallen lassen. Gegenwärtig mag man auch gewisse Uebergänge von kleinen runden Körperchen, die im Chylus

sind, in Blutkörperchen, die Schultz u. A. gefunden zu haben meinten, fahren lassen.

Die kleinen runden Körperchen, die gegenwärtig Chylus-Körperchen genannt werden, fand man ohne Kern, nach Wagner haben einige einen erhabenen Rand, nach Nasse einen ungleichen oft gekerbten Rand und eine körnige Oberfläche. Nasse fand nach dem Eintrocknen und durch Essigsäure wirklich Kerne darin.

Die zweite Art fand Nasse desto mannigfacher, je länger das Thier gefastet hatte, so daß diese weniger dem Chylus anzugehören, sondern wirklich vom eingemengten Blut herzurühren scheinen. Wenn sie indeß im Chylus vorkommen, der noch nicht durch Darmscheilklieren gezogen ist, so können sie nicht hiervon abgeleitet werden. Es sind nicht genug Beobachtungen vorhanden, um dies zu entscheiden.

Endlich fand man im Chylus der Bruströhre wirklich gut ausgebildete Blutkörperchen, von Blut, welches zum Chylus zugetreten, nicht von solchem, welches daraus entstanden war. Die kohlensauren Alkalien, die oft in großer Menge im Blut vorkommen (Tiedemann und Gmelin), können die Hüllen dieser Blutkörperchen auflösen, den Farbstoff im Chylus vertheilen und die Ursache sein der rothen Farbe, die der Chylus zuweilen annimmt.*)

Außer Wasser, Albumin, Fibrin und Fetten, die die Hauptbestandtheile des Chylus ausmachen, kommt dann und wann Zucker darin vor, Gelatine (Reuß und Emmert), Casein (Brande)**). Der letztere Bestandtheil wird haupt-

*) Die Meinung von Bouisson, daß die zweite Art der runden Chyluskörper den Farbstoff enthalten soll, steht noch ganz isolirt da.

**) Donné, welcher zwischen Chylus und Milch Uebereinstimmung gefunden zu haben glaubte, hat Versuche über das Vermögen der Milch angestellt, ohne Nachtheil für das Leben der Thiere mit dem Blut gemengt zu werden (Journ. de Pharm. 1843, T. 3 p. 246). Er hat Milch in die Adern gespritzt, und davon, außer beim Pferd, die Thiere keinen Schaden leiden sehen. Nach dem Einspritzen der Milch sieht man in den Capillargefäßen Blut- und Milchkügelchen, und nach einigen Tagen sind letztere verschwunden und das Blut hat seinen normalen Zustand wieder angenommen.

Die Uebereinstimmung zwischen Chylus und Milch ist indeß nicht größer, wie die zwischen Milch und Blut; sie sind in den Hauptpunkten verschieden.

fächlich ausgemacht von dem reichlichen Niederschlag, den Essigsäure in erwärmtem Chylus hervorbringt, der aber noch nicht näher als Casein bezeichnet ist. Die Anwesenheit von Gelatine muß für zweifelhaft gehalten werden, weil Reuß und Emmert sich nur stützen auf die Bildung eines Niederschlages durch Gerbsäure, nachdem die im Chylus im gerinnbaren Zustande vorhandenen Stoffe durch Erhitzen coagulirt waren; es kann nämlich Eiweiß gewesen sein, was durch Alkali gelöst blieb.

Daß der Chylus keine constante Zusammensetzung haben kann, ist aus der Natur der Sache klar. Er ist nach der Natur der genossenen Nahrung verschieden. Aber auch nach der Stelle, wo man ihn dem Körper entnimmt, kurz nach seiner Aufnahme aus den Därmen oder nachdem er schon mehrere Darmscheilklieren durchlaufen hat.

Rees hat den Chylus von einem Esel untersucht, welcher mit Hafer und Bohnen gefüttert war und 7 Stunden nach dem Essen getödtet wurde; er war aus den Milchgefäßen vor dem Eintritt in die Bruströhre genommen.

Fibrin	3,70
Albumin	35,16
Fett	36,01
Alkohol. Extract	3,32
Wäßriges Extract	12,33
Salze der Alkalien, Sulphate, Phosphate, Chlorüre, Carbonate und etwas Eisenoxyd	7,11
Wasser	902,37

Simon hat andere Analysen von Chylus gemacht, aber wenn die Bestandtheile des Chylus nicht mit den genossenen Speisen in Beziehung gesetzt werden, lernen wir nichts aus solchen Analysen.

Wichtiger ist, was Tiedemann und Gmelin gelehrt haben, daß der Chylus von Hunden, nach dem Genuß von Amylum, zuckerhaltig ist; nach dem Genuß von Alkali-Salzen

mit organiſcher Säure fanden ſie im Chylus kohlenſaure Salze.

Wir wiſſen gegenwärtig von dieſer Flüſſigkeit, daß Zucker, Fette, kohlenſaure Alkalien aus den Speiſen in ſie aufgenommen werden; daß Proteinverbindungen auf dieſem Wege nicht darin übergehen, und daß deßhalb die im Chylus vorkommenden Proteinverbindungen auf anderem Wege hineingekommen ſein müſſen. Von woher ſie eintreten, bleibt noch zu unterſuchen. Eine viel größere Anzahl Analyſen von Chylus von Thieren, die beſtimmte Nahrung erhalten haben, muß unſere Kenntniß des Chylus noch mehr erweitern; es iſt noch kein feſter Grund da, worauf man die Kenntniß ſeiner Natur ſtützen kann. (S. inzwiſchen die wichtige Abhandlung von H. Müller in Zeitſchrift von Henke und Pfenfer, Bd. 3., S. 201).

XI. Nahrungsflüssigkeit, Blut*).

Die Stoffe, welche durch den Speisekanal aus der Außenwelt aufgenommen und darauf verändert worden sind, werden bei verschiedenen Thierklassen auf sehr verschiedene Weise zur Unterhaltung des organischen Ganzen verwendet. Bei den niederen Thierklassen trifft man die Zustände an, aus denen von dem Gebrauch, welcher von den Stoffen ferner gemacht wird, am ersten eine richtige Vorstellung geschöpft werden kann, ja bei dem Pflanzenreich in seinen einfachsten Formen muß man zu Rathe gehen, um diese Vorstellung in ihrer ganzen Einfachheit aufzunehmen.

Wenn wir sehen, daß die elementaren Formen des thierischen Körpers durch eine einzige, den ganzen Thierkörper durchdringende Flüssigkeit unterhalten werden, so wird uns die Erkenntniß aufgedrängt, daß in diesen Formen, daß in jeder derselben das Vermögen der Unterhaltung, ja selbst der Herstellung gleichartiger Formen, insofern Verlust an Substanz stattgefunden hatte, anwesend ist. Eine primitive Muskelfaser unterhält sich selbst, welche Flüssigkeit — immer jedoch innerhalb gewisser Grenzen — sie auch hat, um ihre Nahrungs-

*) Um den Umfang dieses Werkes nicht noch mehr zu vergrößern, werden die folgenden Capitel nach einem abgekürzten Plane abgehandelt, und der Leser hinsichtlich dessen, was außerdem zur physiologischen Chemie der Thiere gehört, auf eine andere Gelegenheit verwiesen. Ich glaube hier zugleich an dasjenige erinnern zu dürfen, was in der Vorrede S. XI gesagt wurde

stoffe daraus zu schöpfen. Dieselbe primitive Muskelfaser findet man im Thierreich in sehr verschiedenen Theilen und von ganz verschiedenen Flüssigkeiten durchdrungen, es ist daher wohl die Flüssigkeit, welche das Material zur Unterhaltung darbietet, aber es ist die Primitivfaser selbst, welche aus diesem Material schöpft, um in Stand zu bleiben. — Beim Verlust an Substanz ist es bei einigen Geweben ganz eben so, namentlich bei solchen, die aus leimgebendem Gewebe bestehn: Substanz-Verlust einer Sehne (pees) bringt nach einiger Zeit hergestellte Sehnensubstanz — d. h. sehr dicht zusammmengehäuftes leimgebendes Gewebe — hervor**).

Aus dieser allgemeinen Vorstellung folgt, daß, was den thierischen Körper unterhält, das Material zur Unterhaltung herbeiführt, und daß eine einzige Flüssigkeit, womit die verschiedenen elementaren Formen getränkt sind, hinreichend ist, um jeder derselben dasjenige darzubieten, was nöthig ist, um sie in Stand zu erhalten.

Diese Flüssigkeit ist es nun, welche unter dem allgemeinen Namen Nahrungsflüssigkeit begriffen werden kann. Wir verstehen unter diesem Namen also die Flüssigkeit, welche, aus der genossenen Nahrung entstanden, die elementaren Formen unterhält und bei dieser Unterhaltung Wechsel von Bestandtheilen mit den elementaren Formen darbietet, einen Wechsel von Bestandtheilen, an welchem sowohl die Flüssigkeit wie die elementaren Formen Theil nehmen und woraus als Resultate für andere Zwecke noch brauchbare oder für den Organismus fernerhin unbrauchbare Producte zum Vorschein kommen.

Hier, bei diesem Wechsel, ist der Hauptplatz der chemischen

*) Was man in der Wissenschaft von selbstständiger Zellenbildung in Flüssigkeiten behauptet, steht damit im Ganzen nicht in Widerstreit. Ein Cytoblastem inzwischen ist unter dem Eindruck des Gewebes, aus welchem es entsprungen ist, empfängt von demselben die Richtung des Stoffwechsels und die damit verbundene Richtung zur Entwickelung bestimmter elementaeer Formen, sie mögen auf Unterhaltung dessen was schon besteht, auf Herstellung dessen, was verloren gegangen war, oder, in Krankheitszuständen, auf Hervorbringung ganz neuer Producte hinauslaufen.

Wirkungen, die im thierischen Körper vorkommen; hier findet die Entstehung, die Unterhaltung, die Vernichtung, die Herstellung statt von dem was war, ist oder sein soll. Die Wissenschaft ist in diesen Tagen glücklich genug, in allgemeinen Zügen angeben zu können, was wird und woraus es wird, was da war und was übrig bleibt, sowohl hinsichtlich der festen, geformten, elementaren Theilchen, wie der Flüssigkeit, mit welcher die Theilchen durchdrungen sind. Wir haben diese allgemeinen Züge früher gegeben, als von den elementaren Formen gehandelt wurde, und insofern die Wissenschaft unserer Tage noch viele Lücken darbietet, auch diese nicht verhehlt.

Aber es bleibt in dieser Hinsicht noch ein unabsehbar großes Feld zu behandeln übrig. — In dem einfachsten Bau finden die einfachsten Unterhaltungen und Verrichtungen, findet die einfachste Art von Stoffwechsel statt, während, je mehr der Bau zusammengesetzt ist, desto mehr besondere Quellen von Stoffwechsel zugleich vorhanden sind, so daß man bei den höheren Thierklassen kaum anzufangen weiß, viel weniger gut endigen kann, bei der getreulichen Abschätzung dessen, was an auf einander folgendem Stoffwechsel in dem thierischen Organismus statt findet. Wenn zur Unterhaltung von Formbestandtheilen und dem dadurch bedingten Stoffwechsel Hauptquellen gestörten chemischen Gleichgewichts sich hinzufügen, wie die sind, welche in allen eigentlich sogenannten abscheidenden Organen — Nieren, Milz, Leber ꝛc. — gefunden werden, dann wird die Lösung der Aufgabe in demselben Maaße schwieriger. — Aber es bricht doch Licht durch die Finsterniß hindurch; man kennt die Hauptgruppen der chemischen Stoffe des Organismus, die Form haben und die formlos in der Nahrung vorkommen; man lernt die Zersetzungsproducte der ersteren mehr und mehr kennen, und wenn die Wissenschaft noch einige Jahre lang auf der Bahn fortgeht, welche sie in den letzten Jahren eingeschlagen hat, so mag man bald ein

mehr oder weniger zuſammenhängendes Ganze von dem erwarten, was ſich auf den eigentlichen Stoffwechſel des thieriſchen Körpers bezieht.

Die Nahrungsflüſſigkeit iſt bei den niedrigſten Thierklaſſen eine, ſo wie ſie aus der aufgelöſten Speiſe bereitet wird, durch die an die Speiſeröhre angrenzenden Theile endosmotiſch durchſchwitzende Flüſſigkeit; dies zeigen uns die allerniedrigſten Formen von Thieren*). Man findet hier kein Blutgefäßſyſtem und alſo auch kein Blut; die aufgelöſten Speiſen dringen durch die Wände der Speiſeröhre und von hier durch den ganzen Körper; das Waſſer, worin die Thiere leben, bildet zugleich einen endosmotiſchen Wechſel und nimmt die Zerſetzungsproducte auf, welche aus der Wechſelwirkung zwiſchen den aufgelöſten Speiſen und den Formbeſtandtheilen entſprungen ſind, ſo daß beſondere abſcheidende Organe hier unnöthig werden. Es iſt dieſe allereinfachſte Form, welche wir uns tief einprägen müſſen, wenn wir von dem, was bei höheren Thierklaſſen geſchieht, uns eine Vorſtellung wollen bilden können. Zur Ernährung iſt kein Blut, iſt kein Blutgefäßſyſtem nothwendig; das Blutgefäßſyſtem iſt da, um eine aus den genoſſenen Speiſen bereitete Flüſſigkeit, das Blut, durch den Körper zu verbreiten, ohne deshalb die Ernährung zu vermitteln; die Ernährung geſchieht außer dem Blutgefäßſyſtem, und bei Thieren, welche daſſelbe beſitzen oder nicht beſitzen, iſt die Ernährung eins: Wirkung und Zurückwirkung nämlich von in Waſſer aufgelöſten Stoffen und geformten Theilen des Organismus.

Sobald die Verrichtungen, die nicht allein, nicht ausſchließlich auf Ernährung Bezug haben, bei einer Thierklaſſe höher entwickelt ſind, ſieht man Spuren eines Blutgefäßſyſtems, welches bei den Inſecten z. B. in einem Rückengefäß beſteht, welches die ganze Länge des Thieres durchläuft, mit der

*) Schmidt, Handb. der vergl Anatomie, Jena 1849, S 191 — M S Verloren, in d. Holl. Beitr.

Speiseröhre in Verbindung steht und die Flüssigkeit, welche aus der genossenen Nahrung entstand, aufnimmt. Diese Flüssigkeit schwitzt aus dem Rückengefäß oder dringt aus Verzweigungen desselben durch die übrigen Theile des Organismus hin; es wird auf mehr allgemeine Weise Gelegenheit zur Unterhaltung der Formbestandtheile des Organismus dargeboten; aber wo dies so eingerichtet ist, tritt auch Luft durch spiralförmige Röhren, oder bei Thieren, die im Wasser leben, wie den Mollusken, durch besondere Wasserbeutel oder Wasserröhren in den Körper, hat eine Oxydation der Bestandtheile des Körpers statt, und findet man ausscheidende Organe, die wegführen, was zur Unterhaltung des Körpers nicht mehr dienen kann, weil es bis an die Grenzen des organisch-chemischen Stoffwechsels gekommen ist und also unter der Form von Kohlensäure, Wasser oder Cyanverbindungen entweicht; Organe z. B., die Harnsäure enthalten, fehlen bei solchen Thieren niemals.

Je mehr die Verrichtungen mannigfaltiger werden, desto mehr findet man ein System entwickelt, welches eine einzige allgemeine Flüssigkeit durch den Organismus führt, die zwar noch nicht Nahrungsflüssigkeit ist, woraus dieselbe aber durch Endosmose entsteht. Diese Flüssigkeit ist das Blut. Bei der höchsten Entwickelung strömt sie durch ein Herz mit zwei Kammern und zwei Vorkammern (boezems) durch zwei Arten von Kanälen, nach dem Herzen durch die Venen, vom Herzen durch die Arterien und durch ein System feiner Röhrchen, das Capillarsystem, zwischen Arterien und Venen liegend, ganz geschlossen, aber mit dünnen Wänden versehen, so daß daraus nach den Formbestandtheilen — oft auf großen, oft auf kleinen Abstand — Nahrungsflüssigkeit durchdringen und welche Flüssigkeit umgekehrt durch dieselben Wände der Capillargefäße wieder aufgenommen werden kann. Dazu tritt ein anderes Gefäßnetz, das der capillaren Lymph-Gefäße (weivaten), welches mit dem capillaren Blutgefäßsystem dasjenige aufnimmt und in den allgemeinen Umlauf zurückführt, was das Resultat des

Stoffwechsels zwischen den Formbestandtheilen und der eigentlichen Nahrungsflüssigkeit ist.

So wie in der Lehre vom Stoffwechsel bei der Unterhaltung der Formbestandtheile die Kenntniß der eigentlich sogenannten Nahrungsflüssigkeit die Hauptsache ist, so ist demnach die Kenntniß der Zusammensetzung des Bluts ein Compler von a, oder dem was sich auf den Mutterstoff der eigentlichen Nahrungsflüssigkeit bezieht, und b, dem Resultat des Stoffwechsels außerhalb des Blutgefäßsystems. Die Venen, die gewissermaßen die Verlängerung des Capillarsystems sind, worin dieses nämlich übergeht, nehmen mit den Lymphgefäßen — die auch in den Venen endigen, — alle die Producte des Stoffwechsels auf, die nicht als Excrete angesehen werden müssen — wozu ausgeathmete Luft, Hautausdünstung, Urin, feste Excrete des Darmkanals ꝛc. gehören. Diese Producte von Stoffwechsel, welche aus der Unterhaltung der Gewebe entspringen, treten also zum Schluß wieder in das Schlagadersystem zurück und werden nochmals nach dem Capillarsystem hingeführt. Ein Austreten aus diesem System ist für diese Stoffe nicht mehr möglich, denn sie sind einmal von außen nach innen darin vorgedrungen, unter vollkommen denselben Umständen, als wobei sie — das zweite Mal herumgeführt — austreten sollten. Aber sie machen Bestandtheile des Bluts aus, während sie Zersetzungsproducte von Nahrungsflüssigkeit und von Formbestandtheilen sind und also mit dem Blut, welches das Baumaterial des Körpers enthält, nichts gemein haben, sondern demselben fremd sind. — Bei den höheren Thierklassen kommen die Zersetzungsproducte inzwischen jedesmal bei der Zufuhr von Arterienblut in die ausscheidenden Organe — die Nieren ꝛc. — und können hier, noch weiter zersetzt, weggeführt, und nach Außen abgelassen werden, so wie es z. B. mit dem Harnstoff der Fall ist, welcher als Zersetzungsproduct von Nahrungsflüssigkeit und Formbestandtheilen im Blut gefunden und durch die Nieren aus dem

Blut weggeführt wird. — Oder die Zersetzungsproducte treten jedesmal antheilsweise durch die Pfortader in die Leber und bilden dort mit den übrigen Blutbestandtheilen die Galle, in welcher wir einige Stoffe zu einem Ganzen verbunden antreffen, dem Bilin nämlich, welches aus Zersetzungsproducten von Fetten, von Proteinverbindungen (Leimzucker, Sulphamid) von in Ammoniak zersetzten Stoffen gebildet wird (p. 999).

Aus dieser kurzen Uebersicht geht also hervor, daß, wie wichtig auch die Kenntniß des Bluts der Thiere sein mag, unser Wissen doch daraus nie den Grad von Reinheit erhalten kann, den wir nöthig haben, um die zwei vorhin unterschiedenen Arten von Stoffen wohl zu kennen, nämlich a) was zur Bildung der Nahrungsflüssigkeit dient, und b) was als Zersetzungsproduct von Formbestandtheilen und Nahrungsflüssigkeit damit gemengt wird. — Und wäre dies nur noch die einzige Klage; das Chaos wird aber noch vermehrt dadurch, daß aus den ab- und ausscheidenden Organen durch die Lymph- und Blut-Capillargefäße von den besonderen neuen Producten, die dort gebildet werden, wieder das Eine und Andere aufgenommen und in den Blutstrom zurückgeführt wird, sowie dies z. B. mit dem Cholesterin der Fall ist, welches, in der Leber gebildet, im Blut angetroffen wird und im Gehirn selbst als wesentlicher Bestandtheil seiner edelsten Organe niedergelegt wird. Bei kleinen Störungen in der Verrichtung der Leber sehen wir sogar zuweilen die Galle in Masse in das Blut übergehen, so daß alle Gewebe von einer Gallenfarbe durchdrungen werden.

Aus dem Mitgetheilten, zu welchem noch die unendliche Modification des Bluts durch die genossene Nahrung hinzugefügt werden muß, geht hervor, daß die Kenntniß des Bluts aus physiologisch-chemischem Gesichtspunkt betrachtet, mit Recht hoch gestellt wird, daß diese Kenntniß aber, aus den genannten Gründen, noch sehr beschränkt sein muß. Diese Kenntniß wird mehr durch Deduction, als durch Induction an Werth

zunehmen können; es sind die Nahrungsstoffe und ihre Veränderung, wovon man ausgehen muß; es sind die Zersetzungsproducte der hauptsächlichsten Formbestandtheile des Körpers, durch welche man aufsteigen muß, um daraus abzuleiten, welche Bestandtheile das Blut besitzen muß, während leider die Analyse des Bluts — wie sehr man auch die dadurch bereits gewonnene Kenntniß schätzen muß — eine Menge unwesentliche, von der Nahrung, dem Getränk, mit einem Worte, von Nebenstoffen abhängige Körper darbietet, deren Kenntniß unmöglich für das ganze Thierreich jemals ganz ans Licht treten kann. — Die genannten Deductionen sind bereits früher bei den Nahrungsmitteln, den Formbestandtheilen des Organismus und den Hauptgruppen von beiden behandelt; gegenwärtig werden wir die analytischen Resultate über das Blut in Erörterung nehmen.

Bei den höheren Thierklassen ist das Blut ein mehr oder weniger dickflüssiges Liquidum, von salzartigem Geschmack und verschiedener Farbe, je nachdem es eben erst in den Lungen mit der Luft in Berührung war, oder gerade zu den Lungen hinströmt. Nachdem es aus einer Arterie oder Vene gelassen ist, fängt es alsbald an zu gerinnen und scheidet sich weiterhin in einen immer kleiner werdenden gefärbten Kuchen, welcher mitten in der Masse seine Stelle einnimmt und eine hellere gelblich gefärbte Flüssigkeit, welche den Kuchen umgiebt. Die Flüssigkeit, Serum genannt, enthält den Eiweißstoff und Salze, so wie auch viele organische Stoffe aufgelöst, welche zusammen den Kuchen durchdringen, während dieser das erst jetzt fest gewordene Fibrin mit den Blutkörperchen und ihrem Inhalt in sich schließt. Dieses Gerinnen des Blutes — wie man es nennt — ist die Folge vom Festwerden des Fibrins, welches, erst im Blut aufgelöst, nach dem Herauslassen desselben aus dem lebenden Körper erstarrt und elastische Fasern bildet, die sich mehr und mehr zusammen ziehen und die Blutkörperchen wie ein Netzwerk zwischen sich einschließen.

Der Blutkuchen bietet Verschiedenheiten dar, je nachdem

man höher oder niedriger liegende Parthien deſſelben unterſucht. Die oberen Parthien enthalten im Allgemeinen mehr Fibrin wie die unteren; das Fibrin enthält auch Fett und iſt dadurch verhältnißmäßig leichter, wie die Blutkörperchen, deren Anzahl zunimmt, je weiter nach unten gelegene Theile des Blutkuchens man unterſucht. — Bevor das Fibrin feſt geworden iſt, ſtreben daher ſeine Theilchen aufzuſteigen, die Blutkörperchen dagegen zu ſinken. Inzwiſchen wird ein Theil Fibrin feſt und verhindert das fernere Sinken der Blutkörperchen, die deßhalb denn auch in dem ganzen Kuchen, wenn auch nicht an allen Stellen in gleicher Menge, vertheilt gefunden werden.

Man hat die verhältnißmäßigen Mengen von Serum und Blutkuchen beim Menſchenblut zu beſtimmen geſucht und meint gefunden zu haben, daß das Serum dem Gewichte nach $^3/_4$ und der Kuchen $^1/_4$ beträgt; aber da der Kuchen ganz mit Serum durchdrungen iſt, hilft ſolch eine Angabe gar nichts; außerdem hängt die Menge von Serum, die in dem Kuchen eingeſchloſſen bleibt, ſehr davon ab, ob das Blut ſchnell oder langſam gerinnt. Je regelmäßiger und langſamer der Kuchen ſich bildet, deſto kleiner iſt er in Umfang. Solche Beſtimmungen haben darum keinen Werth.

Uebrigens bildet ſich der Kuchen viel ſchneller bei Anſteckungskrankheiten, bei Blut, welches viel Fibrin enthält; das Blut der Vögel gerinnt ſchnell, das der Fiſche und Reptilien langſam.

Dadurch, daß man das Blut in Waſſer ausfließen läßt, kann man dem Gerinnen zuvorkommen; da die Theilchen des Fibrins entweder hierbei aufgelöſt bleiben oder zu weit von einander gerathen, um Faſern zu bilden, ſo wird das Gerinnen unmöglich. Läßt man das Blut unmittelbar nach dem Ausfließen frieren, ſo gerinnt es nicht, wohl aber, wenn man es wieder aufthauen läßt. — Die Urſachen dieſes Gerinnens liegen nicht in äußern Umſtänden; Ruhe ſcheint eine der Hauptbedingungen deſſelben auszumachen, denn beim Unterbinden von Pulsadern gerinnt das Blut in dem unterbundenen Theil und alſo im Blutgefäß-

System selbst, obschon erst nach langer Zeit. Aber das Gerinnen kann verhindert werden durch eine ganz kleine Quantität Alkali, welche das Fibrin gelöst hält; bestimmt (bepaald) wird das Gerinnen im eigentlichen Sinn des Worts durch keins der bekannten Reagentien — jedoch durch einige wohl befördert, z. B. durch Sauerstoff*).

Läßt man das Blut in eine Salzlösung fließen, z. B. in eine Auflösung von Glaubersalz, so wirkt man auch dem Festwerden oder wenigstens der Vereinigung der Theile des Fibrins entgegen; nach einiger Zeit der Ruhe sinken dann die gefärbten Blutkörperchen zu Boden und lassen über sich eine hellere Flüssigkeit. Man kann sie dann filtriren und das nun wieder dicke Blut, durch Glaubersalz-Auflösung verdünnt, heller abfließen lassen, indem die Blutkörperchen auf dem Filter bleiben.

Die Farbe des Bluts ist bei verschiedenen Thierklassen verschieden. Bei den Reptilien ist sie rein dunkelroth, bei den Fischen bläulich roth. Bei den Mollusken ist das Blut farblos, bei den Gasteropoden bläulich. Bei den Insecten ist es grün oder gelblich, orangefarben, braun.

Bei den rothblütigen Thieren unterscheidet man helleres arterielles und dunkleres venöses Blut. Die Verschiedenheit der Farbe beginnt mit dem Athemholen und hängt davon unmittelbar ab. Wir werden sie hier unten besonders behandeln; in allen Thieren mit rothem Blut kommt eine organische Gruppe, das Hämatin, vor, aber man hat noch nicht eine hinreichende Anzahl Blutsorten untersucht, um mit Sicherheit annehmen zu können, daß dieses Hämatin immer ein und dieselbe Substanz ist.

Wenn wir von rothem Blutfarbstoff sprechen, wird darunter durchaus nicht die braune Substanz verstanden, welche bei einigen Insecten hier und da gefunden wird; wir wissen dar-

*) S. über dieses Gerinnen hinsichtlich des Näheren Nasse in Wagner's Handw. Bd. 1 S. 103 und ferner unten bei Fibrin.

über eben so wenig etwas Näheres, wie über die anders gefärbten Blutfarbstoffe; den grünen Farbstoff, den man bei einigen Insecten findet, möchte man geneigt sein für Chlorophyll zu erklären.

Die rothe Farbe des Bluts, welche in den Arterien und Venen sehr verschieden ist, weicht auch für dieselbe Blutsorte bei verschiedenen Thieren ab, vorzüglich für das venöse Blut. Je stärker das Athemholen entwickelt ist, desto röther das Blut, z. B. bei den Vögeln. Es ist hier nicht an Verschiedenheit des Farbstoffs zu denken; eine bloße Verschiedenheit in der Dicke der Zellenwände der rothen Blutkörperchen, welche den Farbstoff einschließen, erklärt die Verschiedenheit der Farbe; das sehr rothe Vögelblut z. B. wird unter Verlust von Sauerstoff und Aufnahme von Kohlensäure in demselben Maaße schneller dunkel, in welchem es röther ist, wie Blut von anderen Thieren.

Uebrigens ist das Blut derselben Thierart desto dunkler, je langsamer es fließt, bei plethora also dunkler, ebenso bei sitzender Lebensweise; in den Organen dunkler, worin das Fließen des Bluts verzögert wird; dort ist der Stoffwechsel größer und die dunklere Farbe des Bluts, die damit im genauen Verband steht, mag im Allgemeinen als Maaßstab dafür gelten. Ich spreche hier nicht bloß von Desoxydation, sondern von Stoffwechsel in jeder Beziehung. Und in der That, je längere Zeit den Stoffen zum chemischen Wechsel gegeben ist, desto stärker wird im Allgemeinen der Wechsel sein. Ein langsameres Fließen des Bluts durch einen Theil des Capillarsystems vermehrt also den Stoffwechsel.

Der Geruch des Bluts ist bei den meisten Thierarten verschieden; bei den Männchen stärker wie bei den Weibchen; durch Schwefelsäure wird der Geruch in der Regel sehr entwickelt, was Barruel als Mittel vorgeschlagen hat, bei gerichtlichen Untersuchungen den Ursprung des Blutes auszumitteln. Der Geruch des Blutes ist bei einigen Thieren demjenigen, welcher von dem ganzen Thier ausgeht, gleich. Bei Schaafen z. B. ist der Geruch des Blutes wie der des

ganzen Schaafes oder des Schaaffleisches. Der Farbstoff des Schaafbluts besitzt, nachdem er mancherlei Reinigungsoperationen durchgemacht hat, noch so bezeichnend den Schaafgeruch, daß man ihn augenblicklich daran erkennen kann.

Daraus folgt jedoch nicht, daß der Geruch des Blutes einem dem Blut eigenthümlichen Stoff zukommt; er kann sehr wohl von anderwärts aus dem Körper in das Blut übergegangen sein. Nach Matteucci ist die Ursache des Geruchs eine flüchtige Fettsäure, welche, ursprünglich mit einem Alkali verbunden, durch den Zusatz einer stärkern Säure mehr freigemacht wird.

Diese aura oder halitus sanguinis wurde ehemals als Hauptstoff des Bluts angesehen.

Sie war der Träger der Lebenskraft. Vergleicht man unsere sicher noch unvollkommene Kenntniß des Bluts mit solch einer Vorstellung, so sind wir sicher doch fortgeschritten.

Die Temperatur des Bluts ist die des ganzen Körpers; man kann keinen Unterschied darin machen. Man hat wohl behauptet (Becquerel, Breschet und Andere), daß das Blut in der linken Herzkammer wärmer sei wie in der rechten, und zwar wohl um 1° bis 1°,8 C., aber, wenn dies so ist, so ist die höhere Temperatur der Verrichtung des Athemholens zuzuschreiben. Das Blut theilt inzwischen bei den warmblütigen Thieren dem ganzen Körper eine gleichförmige Wärme mit, weil es den ganzen Körper durchströmt und beständig von anderen zu anderen Punkten fließt. (S. Athmen).

Das spec. Gewicht des Bluts ist verschieden bei derselben und bei verschiedenen Thierspecies. Beim Menschen ist es im Mittel = 1,050 — 1,058. Bei sehr vielen Thierklassen ist über die Dichtigkeit des Bluts nichts bekannt. Im gesunden Zustand ist sie nur kleinen Veränderungen ausgesetzt, größeren dagegen in Krankheiten.

Als Vorbild für gesundes Menschenblut wollen wir die Zusammensetzung venösen Bluts aus einer Armader, wie sie Dumas gefunden hat, angeben:

Serum			870
Blutkuchen			130
			1000
Blutkuchen	Fibrin		3
	Blutkörperchen	127	Farbstoff . . 2
			Globulin . . 125
Serum	Wasser		790
	Albumin		70
	Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Extractstoffe, Phosphorhaltiges Fett, Cholesterin, Serolin, Oelsäure, Margarinsäure, Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, Kohlens. Natron, „ Kalk, „ Magnesia, Phosphors. Kalk, „ Natron, „ Magnesia, Schwefels. Kali, Milchs. Natron, Salze von festen Fettsäuren, „ „ flüchtigen Fettsäuren, Gelber Farbstoff		10
			1000

Unter den von Dumas aufgezählten Blutbestandtheilen

vermiſſen wir noch einige, die niemals fehlen, nämlich Harnſäure, Harnſtoff, Zucker, Kieſelſäure, bei den Herbivoren Hippurſäure (ſ. ferner hier unten Blutwaſſer).

Die Analyſen von Blut beim geſunden Zuſtande und bei Krankheiten haben, obſchon in großer Zahl mit vieler Mühe ausgeführt, der phyſiologiſchen Chemie bis jetzt wenig genützt und auch für die pathologiſche Kenntniß des Körpers bis jetzt wenig Heil gebracht. Man muß erſtaunen über die Geduld, mit welcher z. B. Andral und Gaverret*) das Blut von 200 Kranken und von 360 Aderläſſen unterſuchten, bloß zu dem Zweck, um die betreffenden Mengen von Waſſer, Fibrin, Blutkörperchen, Eiweiß und anderen in Waſſer aufgelöſten organiſchen Stoffen, ſowie der unorganiſchen Beſtandtheile, kennen zu lernen. — Sie fanden den Gehalt an Fibrin vergrößert bei allen acuten Anſteckungskrankheiten mit Fiebern, ſowie bei bedeutenderen chroniſchen Anſteckungskrankheiten, wie acutem Rheumatismus, Roſe, Lungen-Phthiſis, namentlich von tuberculöſer Art. Dieſe Krankheitsformen machen in Bezug auf die Blutbeſtandtheile eine erſte Klaſſe aus. Eine zweite Klaſſe begreift in ſich die nicht inflammatoriſchen Krankheiten, intermittirende, remittirende, anhaltende und von Hautausſchlag begleitete Fieber, wo das Fibrin unverändert geblieben iſt oder einigermaßen abgenommen hat, und die Menge der Blutkörperchen ſich auch nicht verändert oder wohl etwas abgenommen hat. Eine dritte Klaſſe enthält die Cloroſis, wo die Blutkörperchen der Menge nach abnehmen und eine vierte die Bright'ſche Krankheit, wo das Albumin vermindert iſt.

Von welch geringem Werth die Kenntniß der gefundenen Mengen iſt — die ich deßhalb hier auch übergehe — geht aus den Blut-Analyſen von Fr. Simon, welcher denſelben auch ſehr viel Zeit gewidmet hat, hervor, indem derſelbe in den drei letzten der von Andral und Gavarret unter-

*) Ann. de chim et de phys. T. 73, p. 225.

schiedenen Krankheitsklassen Resultate erhielt, nach denen die Verminderung sowohl von Albumin wie von Globulin viel beträchtlicher ist.

Solche Resultate lohnen die Mühe nicht. Sie sind ganz abhängig von der Methode der Analyse, die weder von Andral und Gavarret, noch von Simon glücklich gewählt wurde.

Ich will inzwischen noch einige Beispiele von der Zusammensetzung des Bluts mittheilen*):

Die Analysen von Becquerel und Rodier**), mit Menschenblut angestellt, haben das Folgende ergeben, was das Mittel vieler Bestimmungen ist:

	Blut von Männern		Blut von Frauen
Spec. Gewicht des von Fibrin befreiten Bluts	1,0602	—	1,0575
Spec. Gew. des Serums . .	1,0280	—	1,0275
Wasser	779,000	—	791,100
Blutkörperchen	141,100	—	127,200
Eiweiß	69,400	—	70,500
Faserstoff	2,200	—	2,200
Extractstoffe } Freie Salze }	6,800	—	7,400
Fette (zusammen)	1,600	—	1,620
Serolin	0,020	—	0,020

*) Bonnet hat einen Unterschied angegeben (Ann. de chim. et de phys., T. 21, p. 189) zwischen verschiedenen Reactionsmitteln auf die Blutbestandtheile, welcher von practischem Werth ist. Er unterscheidet:

1) Stoffe, die weder auf die Blutkörperchen, noch auf das Fibrin verändernd einwirken, wozu Zuckerwasser und Blutserum gehören;

2) Stoffe, welche die Blutkörperchen auflösen und das Gerinnen des Fibrins verhindern, wie Alkalien, Ammoniaksalze und schwache Säuren;

3) Solche, welche die Blutkörperchen auflösen, aber das Gerinnen des Fibrins nicht verhindern, z. B. Wasser;

4) Stoffe, welche die Blutkörperchen unverändert lassen, aber das Fibrin verhindern, zu coaguliren, wie Kochsalz, Salpeter, Jodkalium.

**) Gazette médicale de Paris. 1844.

Phosphorhaltige Fette . . .	0,488	—	0,464
Cholesterin	0,088	—	0,090
Verseifte Fette	1,004	—	1,046
Chlornatrium	3,100	—	3,900
Auflösliche Salze	2,500	—	2,900
Unlösliche Phosphate . . .	0,334	—	0,354
Eisen	0,566	—	0,541.

Später haben Becquerel und Rodier diese Resultate einigermaßen modificirt*). Auf 1000 Theile Serum nehmen sie als Mittelzahl 90 Th. feste Stoffe an, wovon 80 in Eiweiß, 8 in Extractstoffen und Salzen und 2 in Fetten bestehen. Die physiologischen Grenzen für das Eiweiß sind 86 bis 95, häufiger noch 88 bis 92. Das mittlere spec. Gew. des Serums ist 1,0275 und die Grenzen des spec. Gewichts sind 1,0265 und 1,0285. Lebensalter, Geschlecht, Temperament bewirken nach diesen ihren letzten Untersuchungen keine constante Verschiedenheiten.

Béclard**) hat das Blut aus verschiedenen Gefäßen untersucht, welche Untersuchung angeführt zu werden verdient.

Er fand im:

	ven. Blut ven. jugular.		art. Blut art. mammar.		Blut aus d. ven. splen.		Blut a. d. ven. portar.
Wasser . . .	778,9	—	750,6	—	746,3	—	702,3
Albumin . .	79,4	—	89,5	—	124,8	—	70,6
Fibrin u. Blutkörperchen .	141,7	—	159,9	—	128,9	—	227,1

Hieraus kann man schließen, daß das Venenblut sehr verschieden sein kann, je nach der Vene, aus welcher es genommen wird, und dies kann auch nicht befremden, da der Stoffwechsel an verschiedenen Stellen verschieden ist, und dies auf das daraus resultirende venöse Blut von Einfluß sein muß. Das Blut der ven. jugularis und das der arteria mamma-

*) Compt. rend. T. 22, p. 831.

**) Ann. de chim. et de phys., 3me Ser., T. 21, p. 360.

ria sind unter einander nur wenig verschieden. Aber das Blut der vena portarum unterscheidet sich durch einen viel größeren Gehalt an Blutkörperchen und das der vena splenica durch eine größere Menge Eiweiß.

Poggiale*) hat die Salze des Bluts, im Verhältniß zu den übrigen Bestandtheilen, genauer untersucht bei dem Blut eines kräftigen Mannes, welcher drei Monate lang täglich 10 Gramm Kochsalz seiner Speise hinzufügte.

	Vor dem Genuß von Kochsalz.		Nach dem Genuß von Kochsalz.
Wasser	779,92	—	767,00
Blutkörperchen	130,09	—	143,00
Albumin	77,43	—	74,00
Fibrin	2,10	—	2,25
Fette	1,13	—	1,31
Salze und Extractstoffe . .	9,33	—	11,84
In Wasser löslich:			
Chlorkalium und Chlornatrium	4,67	—	6,40
Phosphors. Natron	1,37	—	1,68
Schwefels. Natron	0,44	—	0,42
Kohlens. Kali und Natron .	0,48	—	0,56
In Wasser unlöslich:			
Phosphors. Kalk	0,67	—	0,72
Eisenoxyd	1,26	—	1,50
Kohlens. und schwefels. Kalk .	0,34	—	0,38
Verlust	0,10	—	0,18

Als allgemeine Resultate der für verschiedene Zustände des Körpers angestellten Blut-Analysen mögen folgende Sätze aufgestellt werden:

1) Bei Frauen ist der Gehalt an Wasser größer wie bei Männern, die Menge des Albumins gleichfalls größer, die der Fette größer, die der extractartigen Stoffe und

*) Compt. rend. T. 25, p. 198.

Salze größer, dagegen aber die Menge der Blutkörperchen und der phosphorhaltigen Fette kleiner, ſo daß ſchließlich das ſpec. Gewicht ſowohl des Serums wie des von Fibrin befreiten Bluts bei Frauen kleiner iſt, wie bei Männern. Im Gehalt an Fibrin findet kein Unterſchied ſtatt (Becquerel und Rodier).

2) Mit dem zunehmenden Lebensalter nimmt der Gehalt an Choleſterin zu; auch bei Conſtipation und verminderter Gallenabſcheidung, bei Icterus, alswann zugleich der geſammte Gehalt an Fetten im Blut zunimmt. (Becquerel und Rodier).

3) Vermehrung des Fibringehalts in Anſteckungs-Krankheiten. (Andral und Gavarret und Becquerel und Rodier). Die erſteren geben bis 7 Th. in 1000 Th. an. (S. Anſteckungskruſte hierunten).

4) Verminderung der Blutkörperchen bei Chloroſis und bei anhaltend magerer Koſt (Lécanu, Andral und Gavarret, Becquerel und Rodier).

5) Verminderung der Blutkörperchen nach Blutflüſſen oder Aderläſſen. (Prévoſt und Dumas, Andral oder Gavarret, Becquerel und Rodier).

6) Unmerkliche Verringerung des Fibrins nach Aderläſſen (Becquerel und Rodier).

7) Verringerung des Albumin-Gehalts bei morbus Brightii (Gregory, Chriſtiſon, Roſtock, Andral und Gavarret, Becquerel und Rodier), bei hydrops und febris puerperalis (Becquerel und Rodier).

8) Vermehrung der Blutkörperchen in Anſteckungskrankheiten (Lécanu, Andral und Gavarret, von Becquerel und Rodier jedoch geläugnet).

9) Verminderung des Fibrin-Gehalts bei continuirlichen (doorgaande) Fiebern (Becquerel und Rodier).

10) Keine Verminderung der Blutkörperchen bei acuten Krankheiten (Becquerel und Rodier).

11) Unveränderte Zusammensetzung des Bluts bei plethora, so daß dieser Zustand nicht verändertem, sondern einer zu großen Menge Blut zugeschrieben werden muß Becquerel und Rodier).

12) Verminderung der Blutkörperchen bei vielen Krankheiten und zunehmende Verminderung in dem Maaße als die Krankheit länger anhält (Becquerel und Rodier).

13) Verminderung des Albumin-Gehalts bei Ansteckungs-Krankheiten, gleichen Schritt haltend mit Vermehrung des Fibrins (Becquerel und Rodier).

14) Vermehrung des Fibrins bei Chlorosis, während der Schwangerschaft (Becquerel und Rodier).

15) Unveränderlichkeit des Fibrin-Gehalts bei chronischen Leberkrankheiten, aber Vermehrung derselben bei Ansteckung der Leber (Andral und Gavarret).

16) Verminderung des Fibringehalts bei Scorbut und Typhus. (Andral und Gavarret).

Andral und Gavarret haben einige wenige Male bei Typhus eine geringe Vermehrung des Fibrins gefunden. Die von ihnen erhaltenen Resultate folgen hier, wobei zu bemerken ist, daß nach der von ihnen angewendeten Methode die Fibrin-Menge zu groß ausfällt, und zwar nach Becquerel und Rodier wohl um 1/8 bis 1/3. Letztere fanden nämlich im normalen Blut 2,2 Fibrin in 1000 Th., während Andral und Gavarret 2,5 bis 3,5 gefunden haben. Bei Typhus fanden letztere Fibrin in 1000 Th. Blut:

In 3 Fällen 3,7
" 14 " 3,5 bis 3,0
" 7 " 3,0 " 2,0
" 9 " 2,5 " 2,0
" 8 " 1,9 " 1,2.

Nach ihnen haben demnach bei Typhus in 41 Fällen 3 Fälle ein wenig mehr Fibrin gegeben, 21 zeigten normale Abwechselung und in 16 Fällen ging der Fibrin-Gehalt weiter

hinab. — In keinem dieser Fälle war der adynamische Character der Krankheit so beschaffen, daß ein Aderlaß nicht nützlich war, so daß für die Fälle, wo dieser Character stark entwickelt ist, angenommen werden mag, daß der Gehalt an Fibrin noch sehr unter 1,2 pro mille sinkt.

Wie viel Abweichungen indeß in der Zusammensetzung des Bluts bei derselben Krankheit statt finden, kann aus den folgenden Zahlen geschlossen werden, womit wir diesen Gegenstand beschließen.

In 12 Fällen von Scrophulosis bestimmte Nicholson die Zusammensetzung des Bluts*). Seine Resultate sind folgende:

	Blutkörperchen		Fibrin		In Serum gelöste Stoffe		Wasser
1. . .	101	—	3	—	79,5	—	816,5
2. . .	98	—	2,8	—	79	—	820,2
3. . .	98	—	2,4	—	79,1	—	820,5
4. . .	97	—	3	—	79	—	821
5. . .	96,5	—	2,5	—	78	—	823
6. . .	80	—	2,8	—	78,7	—	839
7. . .	79	—	2	—	79	—	840
8. . .	79	—	2	—	80	—	839
9. . .	63,5	—	1,2	—	80	—	855,3
10. . .	64	—	1,8	—	79	—	855,2
11. . .	65,5	—	1,7	—	78,5	—	854,3
12. . .	64	—	2	—	79	—	855

Aus dem Mitgetheilten erhellt zur Genüge, daß die Heilkunde vorerst nicht darauf auszugehen braucht, nach der chemischen Kenntniß des Blutes die Ausübung der Kunst zu regeln. Ich behaupte nicht, daß aus den ausgeführten Blut-Analysen nichts für sie zu lernen ist, sondern daß dies für sie noch bei Weitem nicht genug ist. Und was liegt überdieß nicht noch

*) Journ. de Pharm. et de Chim. T. 10, p. 119.

außer dem Fibrin und den andern Stoffen, auf welche man ſich bei dieſen Unterſuchungen beſchränkte!

Blutkörperchen. Das Blut der ſogenannten Thiere höherer Ordnungen, namentlich der Wirbelthiere, iſt eine Flüſſigkeit, worin einige Arten von Körperchen ſich unterſcheiden laſſen.

Die rothen, gewöhnlich ſogenannten Blutkörperchen*) ſind für das bloße Auge unſichtbar. Sie erſcheinen, durch das Mikroskop betrachtet, von der einen Seite her kreisrund oder elliptiſch, von der andern ſcheibenförmig, beim Menſchen und einigen andern Thieren biconcav, in der Mitte nicht gefärbt, ſondern den Farbſtoff in einem Ringe ringsum enthaltend, ſo lange ſie im Blutumlauf ſich befinden; nachdem ſie aber der Luft ausgeſetzt ſind, werden ſie in der Mitte aufgeſetzt (opgezet) und zeigen dann einen ſtark entwickelten Kern, verlieren die Scheibenform und werden nach dem Umfang zugeſpitzt. Durch Waſſer werden ſie aufgeſetzt und kugelförmig. Der Durchmeſſer der Blutkörperchen beträgt in Millimetern:

---

*) Man hat, nach dem Vorgange von Donné, gemeint, daß die Milz unter andern dazu diene, die Blutkörperchen hervorzubringen. J. Béclard (Ann. de chim. et de phys; T. 21, p. 506) hat jedoch Blut-Analyſen gemacht, auch von dem Blut der Milz, woraus das Gegentheil folgen dürfte. Er fand Milzblut viel ärmer an Blutkörperchen und reicher an Eiweiß, wie das Blut aus anderen Theilen. Nach ihm hat das Blut aus folgenden Gefäßen die beiſtehende Zuſammenſetzung;

	Halsader		Arterien		Milzader		Pfortader
Waſſer	778,9	—	750,6	—	746,3	—	702,3
Eiweiß	79,4	—	89,5	—	124,8	—	70,6
Blutkörperchen u. Fibrin	141,7	—	159,9	—	128,9	—	227,1

Ich bezweifele zunächſt dieſe Reſultate; führen wir die Blutkörperchen, Fibrin und Eiweiß zuſammen auf, ſo haben wir:

Halsader		Schlagader		Milzader		Pfortader
221,1	—	249,4	—	253,7	—	297,7

Bei ſolchen Verſchiedenheiten zwiſchen dem Blut der Hals- und der Pfortader, zwiſchen Milz- und Pfortader; bei ſolcher Uebereinſtimmung zwiſchen dem Blut der Milz und einer Schlagader, blickt es hervor, daß die Verſuche ſchlecht ausgeführt ſind. Mehr lernen wir hieraus nicht. Mikroscopiſche Unterſuchungen ſcheinen jedoch herausgeſtellt zu haben, daß die Blutkörperchen in der Milz vernichtet werden. Vergl. Ecker in Zeitſchr. f. rat. Med., Bd. 6. — Wagners Handw. Art. Blutgefäßdrüſen. Kölliker in Todd's Cyclopaedia of Anat. and Phys. Art. Spleen.

	Kreisförmige
Mensch	1/120
Affe, Hund, Kaninchen, Schwein	1/150
Esel, Katze, Maus	1/170
Hirsch, Kameel	1/218
Ziege	1/288
Pferd, Kuh, Schaaf	1/290

	Elliptische		
	Kleinster Durchm.		Größter Durchm.
Salamander	1/55	—	1/30
Frosch	1/75	—	1/45
Erdschildkröte	1/77	—	1/48
Taube, Ente	1/100	—	1/75
Huhn	1/100	—	1/80
Otter	1/100	—	1/50
Eidechse	1/110	—	1/66
Meise	1/150	—	1/100
Dromedar	1/220	—	1/125

Es sind noch viel mehr Messungen angestellt; diese mögen als Beispiele dienen.

Die runden Blutkörperchen bestehen aus einer Hülle und einem Inhalt. Der feste Theil ist wenigstens aus zweierlei bestehend: dem was zum Kern und dem, was zu dem um den Kern Herumliegenden gehört. Das letztere verhält sich sicher als eine Protein-Verbindung. Man hat beide Stoffe bis jetzt noch nicht scheiden können, sondern sie mit einem einzigen Namen belegt, nämlich mit dem Namen Globulin*).

*) Ich habe vor einigen Jahren die Zusammensetzung der Blutkörperchen in Verbindung mit Schwefelsäure bestimmt, so wie sie durch schwefelsaures Natron abgesondert werden, und nachdem sie mit Alkohol, mit Ammoniak und Schwefelsäure von dem Farbstoff und durch Wasser von dem darin Löslichen befreit waren. Sie sind dann farblos, aber für ihre Reinheit kann Niemand einstehen. Die folgende Zusammensetzung drückt also sicher aus, was zu den Zellenwänden und zu den Kernen gehört und im Allgemeinen Alles, was durch schwefelsaures Natron aus Blut abgeschieden wird. C = 75,12.

Obſchon man dieſe zwei Stoffe nicht ſcheiden kann, hat man doch einigen Unterſchied zwiſchen ihnen gefunden, welcher Mittheilung verdient. Kerne ſowohl als Häutchen werden aufgelöſt von ſchwachen Alkalien, Kali, Natron, Ammoniak, Kalk; die Häutchen allein, und nicht die Kerne, löſen ſich in Waſſer, Phosphor-, Sauerampfer-, Eſſig-, Citronenſäure. Bei einer Temperatur von 30° kann die Eſſigſäure nach einiger Zeit jedoch auch die Kerne auflöſen. Chlor, Salpeterſäure, Schwefelſäure, Alaun, bewirken Zuſammenziehung der Blutkörperchen und löſen weder die Häutchen noch die Kerne auf. — In Waſſer, worin Gummi, Zucker, Eiweiß, Borſäure, oder Salze, wie ſchwefelſaures, ſalpeterſaures Kali und Natron, Kochſalz ꝛc. aufgelöſt ſind, bleiben ſie unverändert, ſo daß ſie, wenn Blut mit dieſen Flüſſigkeiten gemiſcht wird, ſinken, und eine hellere Flüſſigkeit übrig laſſen, oder ſelbſt durch ein Filter abgeſondert werden können.

Der Inhalt der rothen Blutkörperchen iſt vorerſt Serum, wovon mit Grund angenommen werden mag, daß es dieſelbe Zuſammenſetzung hat, wie dasjenige, worin die Blutkörperchen ſchwimmen; es iſt doch Zeit vorhanden geweſen, um Verſchiedenheiten durch Endosmoſe auszuwechſeln.

C — 53,2
H — 7,2
N — 15,7
OS — 21,4
SO_3 — 2,5

Den Schwefel habe ich damals nicht beſtimmt; die Schwefelſäure gehört nicht weſentlich dazu, ſondern ſtammt aus der Bereitungsweiſe — Auflöſung des Hämatins mit Alkohol und Schwefelſäure — her.

Man hat das Globulin mit der Subſtanz der Kryſtalllinſe verglichen, ſ. S. 313, wo C = 76,437 berechnet iſt.

Hierbei erinnere ich, daß ſeit das auf p. 303 angeführte mitgetheilt wurde, neue Unterſuchungen zu einem empiriſchen Ausdruck für Protein geführt haben, welcher der folgende iſt: C = 73,12.

C — 36 54,7
H — 54 6,8
N — 8 14,2
O — 124 2,3

$= C_{36} H_{50} N_8 O_{10} + 2 H_2O$; daß darin eine wandelbare Menge einer Verbindung vorkommt, die als $S_2 O_2$ vorgeſtellt werden kann. S. Scheik. Ond. Deel IV, p. 227.

Hier kommt inzwischen eine Veränderung vor, die aus physiologischem Gesichtspunkt Beachtung verdient. Die Blutkörperchen müssen nämlich größer und kleiner werden, wenn die Dichtigkeit und Zusammensetzung des Bluts zeitweise sich ändert. Nach vielem Trinken, ohne damit gleichen Schritt haltende Urin-Abscheidung, wird das Serum zeitweise dünner, die Blutkörperchen nehmen hierbei mehr Wasser auf, schwellen an und werden größer, aber nehmen nach reichlicher Urin-Abscheidung wieder ab. Bei Zunahme der Dichtigkeit des Serums müssen sie zuerst kleiner werden und Wasser durchlassen, so nach starker Nahrung, mit Stoffen, durch welche die Anzahl der Blutkörperchen nicht vergrößert werden kann.

Zweitens kommt in diesen Blutkörperchen der Farbstoff des Bluts vor, von welchem p. 346 die Zusammensetzung und Eigenschaften angegeben sind.

Aus Versuchen von Berzelius, Müller, Lécanu und Figuier ist es bekannt geworden, daß durch viele Salzauflösungen — auch Zucker —, die mit dem Blut gemengt wurden, die Blutkörperchen abgeschieden und auf einem Filter gesammelt werden können. Läßt man Blut in eine lauwarme Auflösung von Glaubersalz fließen, so erhält man nach einiger Ruhe auf dem Boden des Gefäßes eine schöne rothe Schicht von den farbstoffhaltigen Blutkörperchen, während meistens ein leicht gelb gefärbtes Serum mit der Salzauflösung den größten Theil der Masse ausmacht. Gießt man die Flüssigkeit ab, setzt aufs Neue Glaubersalzlösung zu, läßt wieder sich absetzen ꝛc., so kann man schließlich die Blutkörperchen frei von Serum erhalten. Durch Filtriren kann man auf diese Weise, immer mit Glaubersalzlösung auswaschend, die Blutkörperchen rein erhalten.

Dumas*), von diesem lange bekannten Factum Gebrauch machend, räth an, erst durch Schlagen des Bluts das Fibrin

*) Comptes rend. T 22 p. 980.

zu entfernen, und dann Luft in das Blut zu leiten, um die Unlöslichkeit der Blutkörperchen, welche den im Blut vorkommenden Farbstoff größtentheils besitzen, zu befördern. Die Unlöslichkeit derselben in schwefelsaurem Natron soll vor Allem durch Luft vermehrt werden, welche man möglichst bald nach dem Auslassen des Bluts hineinleitet, was sicher nicht so verstanden werden muß, wie Dumas angiebt, daß die Blutkörperchen noch einige Zeit nach dem Auslassen des Bluts sich als lebende Wesen verhalten, sondern was davon abhängt, daß sie in Serum, namentlich wenn dasselbe mit Wasser verdünnt wird, alsbald auflöslich werden, und, nachdem sie verschwunden sind, nicht wieder unlöslich gemacht werden können. — Die Oxydation der Bekleidungen der Blutkörperchen ist übrigens p. 352 u. f. mitgetheilt und außer allem Zweifel gestellt, und was Dumas später davon gesagt hat, kann diesem zur Bestätigung dienen.

Was die Zahlen für die Zusammensetzung der Blutkörperchen betrifft, so wie sie Dumas mitgetheilt hat, nämlich:

		von einer Frau		von einem Hund		von einem Kaninchen.
C	—	55,1	—	55,1—55,4	—	54,1
H	—	7,1	—	7,1— 7,2	—	7,1
N	—	17,2	—	17,3—17,3	—	17,5
O	—	20,6	—	20,4—20,2	—	21,3

so sind sie von keinem Werthe. Er zieht die Blutkörperchen, nachdem sie durch Behandlung mit Glaubersalzlösung gut von Serum befreit sind, mit Alkohol und Aether aus. Dadurch werden sie in Wasser unlöslich und können nun also durch Wasser von dem anhängenden Glaubersalz befreit werden. Was nun übrig bleibt, ist ein Gemenge der Zellenwände, der Kerne und des Inhalts der Blutkörperchen — abgesehen von dem, was außerdem noch in Glaubersalzlösung, Wasser, Alkohol und Aether unlöslich geblieben ist. Die Zellenwand ist eine Proteinverbindung, der Inhalt enthält unter andern den

Farbstoff. — Die Analysen sind auch, was den Stickstoff betrifft, unrichtig; der Stickstoffgehalt kann unmöglich so groß sein.

Hinsichtlich der rothen Farbe, welche venöses Blut durch Glaubersalz- und andere Salzauflösungen annimmt, haben Roucher und Coulier*) dasselbe mitgetheilt, was wir davon p. 352 u. f. bereits angegeben haben. Die Luft hat hierbei keinen Einfluß, denn unter einer Oelschicht nimmt venöses Blut durch Glaubersalz auch die Farbe des arteriellen Bluts an. Arseniksaures Natron, Zucker, Chlorkalium, Jodkalium und andere Salze haben dieselbe Eigenschaft. Kohlensäure, durch mit einer Oelschicht bedecktes Blut geleitet, machte das Blut schwarz, und Glaubersalz, nach 24 Stunden hinzugefügt, stellte die Farbe nicht wieder her, weil die Blutkörperchen durch die Kohlensäure aufgelöst worden waren.

Roucher und Coulier theilen noch andere Versuche mit, die von Wichtigkeit sind. Sie leiteten Wasserstoffgas durch Blut, das mit Oel bedeckt war; das Blut wurde dadurch dunkler, venösem Blut ähnlich, jedoch weniger dunkel, als durch Kohlensäure. Glaubersalz, diesem Blut hinzugefügt, machte es heller, ohne die Farbe des arteriellen Bluts ganz wieder herzustellen. Die Blutkörperchen waren hierbei nicht verschwunden und nahmen, sobald sie der Luft ausgesetzt wurden, eine rothe Farbe an.

Der Wasserstoff hatte hier den Sauerstoff aus dem Blut versagt (s. die Versuche von Magnus bei Athmen), und das Glaubersalz konnte daher in seinem Vermögen, die Hüllen der Blutkörperchen dichter zu machen — weißer und dadurch den dunkeln Farbstoff röther durchscheinen zu lassen, — nicht durch Sauerstoff unterstützt werden, welcher von Natur im Blut aufgelöst ist und durch welchen sonst eine Oxydation

*) Annuaire de chimie 1847 p. 736.

der Hüllen und dadurch die Bildung einer weißeren Substanz aus demselben, zu Stande gebracht wird.

Durch diesen Versuch wird denn das p. 351 u. f. Mitgetheilte bestätigt, daß nämlich der Farbstoff des Bluts beim Athmen nicht verändert wird, sondern die Hülle der Blutkörperchen; daß wirklich eine Oxydation der Hüllen durch Sauerstoff statt findet, aber dies bloß in schon ausgelassenem Blut, so lange die Hüllen nicht aufgelöst sind, möglich ist; daß Salze ꝛc. die Hüllen contrahiren, weißer, dichter machen, aber daß sie allein, nicht durch die oxydirende Wirkung des Sauerstoffs unterstützt, durchaus nicht diese Dichtigkeit, diese Weiße der Hüllen geben können, welche Oxydation und Salze zusammen zu Wege bringen, so daß denn auch, wenn nur eine der zwei Ursachen wirksam ist, die dunkle Farbe des Farbstoffs durch die minder weiße der Hüllen nicht so hell roth hindurchscheinen kann.

Im Wesentlichen ist daher durch diese Untersuchung von Roucher und Coulier in dem so viel besprochenen Gegenstand der Farbenveränderung des Bluts keine Aenderung hervorgebracht, sondern derselbe ist noch in derselben Lage, wie er im Früheren behandelt ist.

Was den Zucker anlangt, so kann seine Wirkung auf die Hüllen der Blutkörperchen nicht ganz so wie die einer Salzauflösung angesehen werden. Die Luft, in einer Zuckerauflösung vorhanden, oxydirt sie, der Zucker selbst löst sie nicht auf; aber eine Contraction der Theile des Häutchens durch Zucker anzunehmen, wird durch die bekannte Wirkung von Zucker auf diese Art von Proteinverbindungen nicht angedeutet. Die Wirkung des Zuckers verdient daher näher untersucht zu werden; die Versuche, welche Roucher und Coulier darüber angestellt haben, lehren nichts und lassen die Sache unentschieden. — Das Einzige, was sich daraus etwa ableiten ließe, ist, daß der Zucker im concentrirten Zustande den Inhalt der Blutkörperchen durch Exosmose vermindere, sie verkleinere, und dadurch die Hülle dichter werden lassen kann, wodurch dann

der schwarze Farbstoff roth durchscheinen muß. Hierzu fügt sich in jedem Fall der Sauerstoff der in der Zuckerlösung enthaltenen Luft. Ob das erste wirklich stattfindet, kann aus Messungen der Blutkörperchen in Zuckerwasser und in Blut ermittelt werden. — Es ist um so mehr von Belang dies zu untersuchen, als es sicher ist, daß Wasser durch welches die Blutkörperchen erst anschwellen, und daher die Hülle dünner wird (?), das Blut dunkler macht*).

Ueber die Veränderung der Blutfarbe ist in der letzten Zeit, seit dem Erscheinen des p. 350 u. f. Mitgetheilten noch manches publicirt worden, namentlich von Bruch**), Scherer***) und Reuter,†) die jedoch die Sache nicht weiter gebracht haben. Bruch nimmt drei Ursachen der Farbenveränderung nach darüber angestellten Versuchen an: a) chemische Veränderung des Farbstoffes selbst; b) An- oder Abwesenheit von Blutkörperchen oder andern Theilchen; c) Veränderung der Form der Blutkörperchen, oder wohl ihrer zurückwerfenden Oberfläche. Für die erstere Ursache kenne ich keinen einzigen Beweis, auch nicht unter denen, welche Bruch angegeben hat. — Nach Reuter soll das venöse Blut mehr Wasser enthalten — was indessen nicht bewiesen ist — und wegen dieses großen Wassergehalts sollen die Hüllen der Blutkörperchen angeschwollen sein und demgemäß der Farbstoff dunkel hindurchscheinen. Der größere Gehalt an Kohlensäure in venösem Blut soll die Hüllen nach Reuter auch mehr durchscheinend machen, gerade so wie dies schon von ihm im Frühern mitgetheilt wurde; auch er giebt keine neue Gründe an, ebenso wenig als Scherer in seinen späteren Versuchen. Wir kön-

*) Die Versuche von Bonnet (Compt rend. T. 23, p. 862) mit Cicuta, nux vomica, Belladonna etc., durch welche die Farbe des Bluts nicht geändert wurde, übergehe ich mit Stillschweigen.

**) Henle's Zeitschrift für rat. Med., 1844, S. 308 u. 410.

***) Ibid. S. 288.

†) Ibid. 1845, S. 165. Jahresbericht von Scherer, 1846, S. 321 u. 1848, S. 35.

nen daher den Gegenstand als auf demselben Standpunkt stehend ansehen, auf welchem er vor einigen Jahren stand, und noch die Ansicht festhalten, daß der Farbstoff des Bluts beim Athmen nicht verändert wird.

Mag auch noch einmal Licht darüber aufgehen, sicher wird die geringe Menge Farbstoffe, die im ganzen Organismus vorkommt, nimmer Rechenschaft geben von der Oxydation des arteriellen Bluts. Ueber die Menge des Farbstoffs fehlen uns noch Bestimmungen, aber nach der geringen Menge zu urtheilen, die man aus vielen Litern Blut erhält, scheint es nicht, daß ein ausgewachsener Mensch mehr als 8 bis 16 Gramm reinen Farbstoff besitzt *). Dadurch kann unmöglich von der Absorption von Sauerstoff und der Ausscheidung von Kohlensäure, die beständig in den Lungen statt hat, Rechenschaft gegeben werden.

Man kann inzwischen keineswegs behaupten, daß beim Athmen gar keine Einwirkung des Sauerstoffs auf das Hämatin statt findet, sondern nur daß nach allem, was wir gegenwärtig wissen, die Farben-Veränderung des Blutes nicht davon abhängig ist.

Marchand hat eine andere Betrachtungsweise über die Farbenveränderung des Blutes mitgetheilt **). Nach ihm muß dieselbe überhaupt nicht einer chemischen Wirkung zugeschrieben werden, sondern bloß einer mechanischen Wirkung der in dem Blut aufgelösten Gase. Er gründet diese Ansicht auf einen Versuch, wobei Blut, welches Sauerstoff aufgenommen hatte, unter der Luftpumpe — also durch bloßen Verlust von Sauerstoffgas, keinesweges chemisch gebundenen Sauerstoffs — dunkeler wurde. Ebenso können Wasserstoff und Stickstoff, die bloß den Sauerstoff mechanisch verjagen und keine chemische

*) Nach Schmidt würde die Menge viel größer sein; er rechnet 1 Th. Farbstoff auf 7 Th. Globulin in den Blutkörperchen. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 61, p. 165.

**) Journ. f. pract. Chemie. Bd. 38, S. 273.

Verbindung von Sauerstoff mit irgend einem Blutbestandtheile zerstören können, auf keine andere Weise das rothe Blut dunkler machen, als durch mechanische Wirkung.

Die Bemerkungen von Marchand sind vollkommen richtig, so wie die Facta genau sind. Sie beweisen zunächst genugsam, daß der Farbstoff selbst, in den Blutkörperchen eingeschlossen, keine Rechenschaft von der veränderten Farbe geben kann; sie führen zur Annahme mechanischer Einflüsse, die so aufgefaßt werden mögen, daß der Sauerstoff im Blut gewisse Bestandtheile, welche es auch sein mögen, weißer macht ohne sich darum mit den Stoffen zu verbinden; daß Wasserstoff, Stickstoff, der luftleere Raum, indem der Sauerstoff ausgetrieben wird, die weißen Theilchen mehr durchscheinend werden lassen.

Daraus folgt jedoch nicht, daß der als Gas vom Blut absorbirte Sauerstoff keinerlei Materie des Bluts zugleich oxydirt; das Weißerwerden und die Oxydation müssen selbst Hand in Hand gehen, denn mit Sauerstoff versehenes Blut wird, wenn es mittelst der Luftpumpe davon befreit wird, nicht so dunkel wie Blut, welches nicht mit Sauerstoff geschüttelt wurde, ursprünglich ist. Der Versuch ist leicht genug anzustellen und bestätigend für die Ansicht, daß der Sauerstoff sowohl chemisch als mechanisch durchscheinende oder durchsichtige (doorschynende) Theilchen des Bluts (die Hüllen der Blutkörperchen) weiß, undurchsichtig macht. — Wie diese mechanische Wirkung aufgefaßt werden muß, wissen wir nicht; aber wir wissen auch nicht, weshalb Leim durch Alkohol weiß und glanzlos wird und durch Verdrängen des Alkohols mittelst Wassers wieder durchscheinend wird und dies so oft wiederholt werden kann als man will. Die mechanische Wirkung von Sauerstoff und Wasserstoff z. B. muß wahrscheinlich auf ähnliche Weise aufgefaßt werden.

Unter den in der That schönen Versuchen und Wahrnehmungen, die auf diesem Felde gemacht sind, und die alles

aufhellen, was wir über die Urſache der Farbenveränderung des Bluts im Früheren und hier oben mitgetheilt haben, müſſen die von Harleß*) genannt werden. Während er die beiden Durchmeſſer der Blutkörperchen in Sauerſtoff = 0,011 und 0,007 fand, fand er ſie in Kohlenſäure = 0,014 und 0,009. Sauerſtoff machte den äußerſten Umfang der Blutkörperchen undurchſichtig und ſcharf, das ganze Häutchen granulös; Kohlenſäure machte den Umfang rund und die Granulation an der Oberfläche verſchwinden; das Häutchen war durchſcheinend, und nach einiger Zeit wurde es aufgelöſt. **)

Faſſen wir dieſe Wahrnehmungen von Harleß in dem Sinne auf, in welchem wir dieſen Gegenſtand im Früheren und hier oben ſtets betrachtet haben, ſo kommt es darauf hinaus, daß alles, was den dunkelbraunen Farbſtoff unverändert durch die Umhüllungen der Blutkörperchen durchſcheinen laſſen kann, die Blutfarbe dunkel, alles was die Umhüllungen weiß macht, die Blutfarbe roth erſcheinen läßt. ***)

---

*) Dissert. über den Einfluß der Gase auf die Form der Blutkörperchen von Rana Oetemporaria. Erlangen. Auch in Scherer's Jahresbericht, 1847, S. 154.

**) S. auch Naſſe in Wagner's Handw. Bd. I, S. 97.

***) Die Beweiſe von Scherer (deſſen Jahresb., 1848, S. 35), daß Fibrin und Blutkörperchen Sauerſtoff aufnehmen, können nicht als gültig angeſehen werden. Nach zwei und mehr Tagen beginnen ſolche Körper ſtets zerſetzt zu werden. Nach Rees (l'Institut, 1848, Nr. 771 u. 772) ſoll der Unterſchied zwiſchen venöſem und arteriellem Blut beſtehen in einem phosphorhaltigen Fetten und Phosphaten. Das venöſe Blut ſoll in den Blutkörperchen ein phosphorhaltiges Fett und in Serum keine Phosphate haben, während das arterielle Blut Blutkörperchen haben ſoll ohne phosphorhaltiges Fett, dagegen im Serum phosphorſaure Salze der Alkalien.

Mit ſolchen Sachen iſt der Wiſſenſchaft ſchlecht gedient; keine einzige Wahrnehmung Anderer beſtätigt dieſen Ausſpruch.

Nach Liebig (Thierchemie) iſt die Sache anders. Werden die Blutkörperchen, in Waſſer vertheilt, mit einer Auflöſung von Schwefelkalium oder Schwefelammonium zuſammengebracht, ſo verwandelt ſich die rothe Farbe in dunkelgrün, oder in die Farbe, welche in einer Flüſſigkeit vertheiltes Schwefeleiſen beſitzt. Hierdurch wird noch ihm angedeutet, daß die Blutkörperchen zweites Eiſenoxyd beſitzen. Indem nun das Hämatin eine Verbindung einer organiſchen Gruppe mit Eiſenoxyd iſt, ſo kann dieſes Deutoxyd in Protoxyd verwandelt werden und wahrſcheinlich auch wohl mit Säuren in Verbindung kommen. Er meint, daß im venöſen Blut wohl kohlenſaures Eiſenoxidul mit der organiſchen Gruppe vorkommen und dieſes bei der Umwandlung des venöſen in arterielles Blut in Eiſenoxyd, ſtets mit der organiſchen Gruppe vereinigt, verwandelt werden kann.

Es besteht wahrscheinlich ein kohlensaures Globulin, worüber hier unten bei Albumin gehandelt werden soll; es muß löslicher sein wie von Kohlensäure freies Globulin.

Außer dem Hämatin unterscheidet Simon†) einen andern Farbstoff im Blut, den er Hämaphaein nennt††). Eingetrocknetes Blut wird mit kochendem Wasser ausgelaugt, wieder getrocknet und zu Pulver gerieben. Dieses zieht man mit Aether aus, so lange dieser noch etwas aufnimmt. Das Ungelöste wird mit kochendem Alkohol von 0,833 behandelt, welchem ein wenig Schwefelsäure zugesetzt ist, die Lösung mit kohlensaurem Ammoniak gesättigt und abdestillirt, gerade so wie bei der Darstellung von Hämatin. Der Rückstand in der Retorte wird mit Aether behandelt, welcher dadurch braun wird, dann das Zurückbleibende mit Wasser ausgezogen, welcher sich dabei gelb färbt. Endlich wird es mit Alkohol ausgezogen, welcher Blutbraun nicht Blutroth auflöst. Nach Verdampfung des Alkohols kann kalter Alkohol bloßes Blutbraun aufnehmen.

Das Hämaphaein ist ein brauner Körper, welcher bei höherer Temperatur, ohne zu schmelzen, sich zersetzt, ammoniakalische Producte giebt und mit Flamme verbrennt. Es bleibt dabei wenig Asche zurück, und in dieser Asche ist kaum eine Spur von Eisen. In kochendem Wasser ist es mehr oder weniger löslich, in Alkohol ist es in der Kälte schon leicht löslich, auch von Aether wird es aufgelöst; in Wasser löst es sich leicht bei Gegenwart von Alkali. — Es läßt sich mit den

---

Sa sollte es sein können; aber es sollte auch anders sein können, nämlich so, daß das in dem Saftcaet enthaltene Alkali einfach die Hüllen der Blutkörperchen gelatinös macht, so wie Essigsäure und Schwefelsäure, und daß dadurch die Farbe des Bluts dunkler wird, so wie Säuren dies verursachen. Dunkelgrün wird die Blutfarbe durch Schwefelkalium oder Ammonium nicht, sondern sie wird wie die Farbe des arteriösen Bluts. Bloßes Kali bewirkt dasselbe

†) Handb. der angew. med. Chemie, Bd 1, S. 328.

††) Ob gelber Gallenfarbstoff im Blute vorkommt, wie Denis meint, muß noch Untersuchungen zu entscheiden überlassen werden.

Oxyden von Queckſilber, Silber, Kupfer, Blei zu unlöslichen Verbindungen vereinigen.

Nach dem, was Simon darüber anführt, kann dieſes Haemaphaein für nichts anderes, als von Eiſen befreites Hämatein gehalten werden. Bei der Darſtellung von Hämatein aus getrocknetem Blut ſah ich dieſen Stoff ſtets in reichlicher Menge zum Vorſchein kommen, in viel geringerer Menge dagegen bei der Bereitung von Hämatein aus durch Glauberſalz abgeſchiedenen und nicht getrockneten Blutkörperchen. Schon daraus mag geſchloſſen werden, daß das Hämaphaein ein Zerſetzungsproduct des Hämateins iſt.

Damit iſt jedoch durchaus nicht beabſichtigt, das Hämaphäein aus der Reihe der normalen Blutbeſtandtheile auszuſchließen. Im Gegentheil, ich ſah es ſtets, welche Bereitungsweiſe des Hämateins ich auch anwandte. — Das Hämatin wird und verſchwindet; der erſte Act ſeiner Zerſetzung ſcheint in dem Verluſt von Eiſen zu beſtehen. Bis auf weitere Verſuche hierüber glauben wir, daß das Simon'ſche Hämaphaein ein Zerſetzungsproduct des Hämatins iſt.

Auch Simon ſpricht von coagulirtem Hämatin; was er darunter verſteht, iſt eben ſo undeutlich, als was jeder Andere darunter begreift. Das Hämatin iſt entweder niemals oder immer coagulirt, d. h. es iſt eine in Waſſer unlösliche Materie. So lange es unzerſetzt iſt, bleibt es als unlöslich in den Blutkörperchen eingeſchloſſen; tritt es heraus, dann iſt es zerſetzt, hat Eiſen verloren und zeigt die Eigenſchaften von Simon's Hämaphaein, wozu gehört, daß es in ſchwachem Alkali und alſo in Blutwaſſer löslich iſt.

Dampft man Serum, welches viel Farbſtoff gelöſt enthält, aber frei von Blutkörperchen iſt, z. B. ſo wie man es bekommt, wenn man Blut einige Stunden mit Waſſer gemiſcht ſtehen läßt, ab, ſo erhält man ſehr viel Hämaphaein und ſehr wenig Hämatin.

Hieraus meine ich ableiten zu können, daß der Farbſtoff,

welcher im Blut außer den Blutkörperchen vorkommt, als zersetztes Hämatin, als Hämaphaein angesehen werden mag. — Von coagulirtem oder nicht coagulirtem Hämatin kann daher nicht die Rede sein.

Scherer hat eine Wahrnehmung gemacht, die sich hieran schließt. Er dampft Blut zur Trockne ab, vermischt den Rückstand mit starker Schwefelsäure, rührt mit Wasser an und läßt absetzen. In der Flüssigkeit ist dann eine reichliche Menge Eisensulphat. Aus der gut ausgelaugten festen Masse zieht er durch Alkohol eisenfreies Hämatin aus, welches er Blutroth nennt, welches ich aber von brauner Farbe sah und wovon ich meine, daß es mit dem Hämaphaein von Simon überein oder demselben nahe kommt. Der Alkohol, zur Trockne abgedampft, giebt auf jeden Fall kein Eisen, sondern der Rückstand läßt bei Verbrennen eine weiße Asche zurück, so wie dies auch früher Brande und Vauquelin gefunden hatten*)

Wo das Hämatin entsteht, ist nicht so dunkel, als woraus es entsteht; es muß in den Blutkörperchen gebildet werden, da diese erst farblos sind und dann gefärbt werden. Lehmann**) meint, daß es aus Fett entstehe, welches oxydirt wird. Aber der Stickstoff und das Eisen machen hierbei Schwierigkeiten. Wir wissen es nicht.

Die Meinung, daß es durch die Leber ausgeschieden wird, indem es von Eisen befreites Hämaphaein geworden ist, ist möglicherweise richtig; aber es ist doch eben so viel Grund, um es uns im Urin zu denken; mit Sicherheit ist nichts davon bekannt.

Man hat aus dem Eisengehalt des Bluts und des Hämatins den Gehalt des Bluts an letzterem zu bestimmen ge-

*) Scherer in Ann. d. Chem. und Pharm. Bd 1, S. 1. Brande in Ann de Chim. et de Phys. T. 34, p. 32. Vauquelin in Ann. de Chim. et de Phys. T. 1, p. 9.

**) Lehrb. der Phys. Bd. 1, S. 314, 1850.

sucht†); dabei begeht man indeß den Fehler, daß man das Eisen des Bluts, was von den Speisen abstammt oder von zersetztem Hämatin herrührt, mit als zum Hämatin gehörend ansieht. In Fleisch- und Pflanzenspeisen kommt meistens Eisen vor; dieses Eisen wird nicht unmittelbar und auch nicht der ganzen Menge nach in Hämatin verwandelt und umgekehrt wird das aus zersetztem Hämatin herrührende Eisen auch nicht sofort aus dem Blut weggeführt — und zerzersetzbar ist doch auch sowohl das Hämatin, wie alle andere organische Gruppen des Körpers. — Man findet in Blutserum, das ganz frei ist von Blutkörperchen, stets etwas Eisen. — Bestimmungen von Hämatin, die darauf beruhen, geben daher dessen Menge viel zu hoch an.

Virchow††) hat einen sehr bemerkenswerthen Körper angezeigt, den er Hämotoidin, auch wohl Xanthose, nennt und der in Extravasaten, unterbundenen Adern, nach einigen Tagen entsteht. Er besteht aus Krystallchen, die zum monokliniſchen System gehören, ist gelblich, röthlich oder schön roth von Farbe; zuweilen ist er amorph; unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und Alkalien. Lehmann†††) sah ihn durch Alkohol, welcher Schwefelsäure oder Ammoniak enthielt, aufgelöst werden, so wie dies mit Hämatin geschieht, jedoch nicht immer. Zuweilen kann man Eisen darin nachweisen, in andern Fällen wieder nicht.

Die Kenntniß von dem Hämatoidin ist noch beschränkt; wahrscheinlich werden wohl verschiedene Körper unter diesem Namen begriffen; aber in jedem Fall ist die Entdeckung von großem Gewicht, daß es wohl ohne Zweifel ein Zersetzungsproduct von Hämatin ist, welches mit Hämatin nahe verwandt ist, und da es im krystalliniſchen Zustande vor-

†) Lehmann physiol Chem. Bd. 1. S 312. 1850.

††) Archiv f path Anatom Bd 1, S. 383

†††) Lehrb. der phys Chem. Bd. 1, S 311. 1850

kommt, in jedem Fall zur Kenntniß des Hämatins viel beitragen kann, indem es glücken mag, eine größere Menge davon durch Kunst aus dem Hämatin zu bereiten.

So weit über die gefärbten Blutkörperchen und ihren Inhalt.

Eine vergleichende Untersuchung der ungefärbten und der gefärbten Blutkörperchen wurde von Donders und Moleschott ausgeführt*). Sie benutzten dazu vorzüglich Frösche, weil die Menge der farblosen Blutkörperchen im Vergleich zu der der gefärbten hier größer ist. Sie fanden im Allgemeinen bestätigt, was Wharton Jones von den Blutkörperchen angegeben hatte, und unterscheiden die folgenden Sorten von Blutkörperchen, ungefärbte und gefärbte. Die ungefärbten sind: sehr kleine, die sie Körnerzellchen nennen, und größere; die letzteren entwickeln sich aus den ersteren und zeigen sich in verschiedenen Uebergangsformen bis zu ihrer größten Entwickelung, zum Schluß als blasse farblose Zellen mit deutlichen Kernen; die Zellen sind in der Regel oval, sehr blaß, so daß man erst bloß den Kern sieht und nur bei gutem Licht die blasse Zelle unterscheiden kann. — Bei Fröschen, die lange gehungert hatten, waren die Zellen verschwunden und nur die Kerne noch zu erkennen.

Die rothen Blutkörperchen fanden sie bei Abschluß der Luft, im Widerspruch mit der Angabe von Jones, kernlos, eben so wie beim Menschen und den andern Säugethieren, wo der Kern zum Vorschein kommt, wenn das Blut der Luft ausgesetzt untersucht wird, oder auch, wenn, ohne Zutritt der Luft, Wasser darauf einwirkt. Den Kern der ovalen gefärbten Blutkörperchen halten sie im Ganzen nicht für die Folge einer Coagulirung eines Theiles des Inhalts, sondern für einen besondern Kern, dessen Substanz durch Luft und Wasser unterscheidbar wird.

*) Holl. Beiträge. 1848 S. 360

Sie fanden außer den ovalen gefärbten beim Froſch auch noch rothe (runde?) gefärbte Blutkörperchen ohne Kern und ſehr dunkel gefärbt und glänzend, und halten dieſe für die höchſt entwickelte Form der Blutkörperchen beim Froſch, in Uebereinſtimmung mit dem der Säugethiere. Endlich ſahen ſie noch Uebergangsformen von den kernhaltigen gefärbten zu den kernfreien gefärbten Blutkörperchen.

Indem ſie Blut von Fröſchen, welche mehr oder weniger gehungert hatten — alſo nach Conſumtion eines Theils der Blutbeſtandtheile — unterſuchten, fanden Donders und Moleſchott beim Blut aus dem Herzen, daß durch Hunger die runden, glänzenden, kernloſen Blutkörperchen mit der Dauer des Hungers an Menge abnahmen; daß die Menge der ovalen kernhaltigen, dem Waſſer Widerſtand bietenden im Verhältniß zu den runden kernloſen, zunimmt, daß die Menge dieſer letztern im Verhältniß zu der Summe der durch das Waſſer durchſichtig gewordenen gefärbten Körperchen, und der kleinen Körnerzellchen, anſehnlich bleibt.

Daraus folgt alſo, daß die gefärbten, kernloſen, glänzenden, runden Blutkörperchen die höchſt entwickelte Form der Blutkörperchen ſind und bei Mangel an Nahrung zuerſt verſchwinden. Aber ihre Zahl iſt im normalen Zuſtand beſonders klein und im Verhältniß zu den gewöhlichen wie 1 zu 25. Es ſind daher nur einige Blutkörperchen vorhanden, welche dieſe höchſte Entwickelung bekommen.

Das Verhältniß der weißen zu den gefärbten Blutkörperchen finden ſie im normalen Zuſtand wie 1 zu 8, und durch den Hunger ſahen ſie die Zahl der weißen Blutkörperchen ſich vermindern, ein Schluß, welcher für andere Thierklaſſen, jedoch ohne Zählung, ſchon früher angegeben war.

Nach einem Hunger von 22 Tagen ſahen ſie in dem Blut viele blaſſe Kernzellen von runder Geſtalt, mit ſehr durchſichtiger Membran, die zuweilen als zerriſſen, zuweilen ganz

verschwunden ist; so daß die einzelnen Zellen übrig geblieben waren Am 22. Tage fanden sie auf 40 rothe Blutkörperchen 2,75 freie Kerne und ein Körnerzellchen, aber am 28. Tage des Hungers schon mehr Kerne als rothe Blutkörperchen.

Aus dieser Wahrnehmung mögen wir in Bezug auf die Bestandtheile der Blutkörperchen schließen, daß einige verschiedene Körper als Baustoffe der Blutkörperchen existiren können. Nehmen wir an, daß die kernlosen und kernhaltigen rothen Blutkörperchen, was ihre Membran betrifft, verschieden sind, so erklärt sich das schnelle Verschwinden der ersteren, das längere Standhalten der letzteren. Zweitens kommt der Kern der gefärbten hier in Betracht; ferner die Membranen der blassen kernhaltigen Zellen, die inzwischen sowohl hinsichtlich ihrer Membran wie ihrer Kerne mit den gewöhnlichen gefärbten gleich stehen können. Endlich die Könerzellchen. — Nennen wir alle diese Stoffe Protein-Verbindungen, so ist es möglich, daß wir hier in den gefärbten und ungefärbten geformten Bestandtheilen des Blutes — also außer dem Fibrin und Albumin — mit 4 oder 6 verschiedenen Stoffen zu thun haben. Und nennen wir alles zusammen Globulin, so blickt es doch klar hervor, was auch hierin noch für die organische Chemie zu thun übrig bleibt.

Wer nun das Blut in Masse analysirt und es in der Zusammensetzung gleich mit Muskeln findet, von dem kann man sicher nicht sagen, daß er einen Begriff besitze von dem, was die physiologische Chemie eigentlich nöthig hat.

Es ist zu beklagen, daß bis jetzt noch nicht Rechenschaft gegeben ist von der Verwandlung eines der genannten Stoffe in einen andern, in so fern diese Verwandlung wirklich statt findet. Die farblosen Blutköperchen werden für Chyluskörperchen gehalten*).

Das Fibrin ist im Blut ein Körper im auflöslichen

*) So meinen Müller, Wagner, Nasse u. A., s. Wagner's Handw. I. S. 99.

Zustande und wird fest, wenn das Blut ausgelassen wird und zur Ruhe kommt. Es bildet dann ein Netz von Fasern, worin die Blutkörperchen zurückgehalten werden, während ringsum sich farbloses Serum befindet.

Vergleichen wir die Zusammensetzung des Fibrins (p. 1020) mit der des Albumins (p. 1022), so sehen wir Verschiedenheit im Schwefel- und Kohlenstoffgehalt; letzteres wird besonders durch eine verschiedene Menge Sauerstoffbedingt. Nach Mulder soll auch mehr Stickstoff im Fibrin sein, nämlich 17,7 Proc., ein Resultat, welches durch Unger und Strecker bestätigt ist, nämlich 17,57*). Solche Ergebnisse können schwerlich Verschiedenheiten bei den Versuchen zugeschrieben werden. Ob dann und wann fremde Stoffe im Fibrin vorkommen und also wirklich Verschiedenheit in der Zusammensetzung besteht, oder ob die Reinigungsweise des Fibrins, das Ausziehen mit verschiedenen Lösungsmitteln, auf die Zusammensetzung von Einfluß ist, muß in nähere Erwägung gezogen werden. Aber sicher ist es, daß, wenn auf diese Weise eine Verschiedenheit vorhanden ist, diese auf unsere Kenntniß von der eigentlichen Zusammensetzung des Fibrins von keinem Einfluß zu sein braucht; denn Fibrin, welches in Salzsäure gelöst und durch kohlensaures Ammoniak niedergeschlagen wurde, giebt stets dasselbe Resultat**), ein Resultat, welches ganz mit dem übereinstimmt, welches ich für nicht auf diese Art behandeltes Fibrin fand (s. p. 1039 hier oben).

So gleichfalls der Stoff, welcher aus Fibrin durch Behandlung mit warmer Kalilauge und Fällen mit Essigsäure erhalten wird, welcher damit ganz überein kommt.

Die Bildung der Fibrinfasern, d. h. der Uebergang des Fibrins aus dem gelösten in den festen Zustand — eine Er-

*) Scheik. Onderz Decl IV, p. 377.

**) Ibid. p. 396

ſcheinung, wodurch die Bildung des Blutkuchens, der insula, bedingt wird — iſt eine Veränderung, über welche viel verhandelt iſt. Es iſt ohne Zweifel keine Oxydations-Erſcheinung. In dem Blut im Körper ſind aufgelöſte Theilchen von einer eigenen Beſchaffenheit mit dem Albumin gemengt, ſowie Salpeter und Zucker in Waſſer gemengt ſein können. Die Fibrin bildenden Theilchen werden nach dem Auslaſſen des Bluts an die Luft feſt, und reihen ſich zu Fäden an einander, die ſich mehr und mehr zuſammenziehen und ſchließlich mit den eingeſchloſſenen Blutkörperchen in dem übrigen Serum als ein Kuchen ſchwimmen bleiben (Blutkuchen).

Man hat dieſe Coagulirung einer Oxydation zugeſchrieben, um ſo mehr, als Fibrin mehr Sauerſtoff enthält wie Albumin; aber im luftleeren Raume wird das Fibrin ebenfalls feſt. Die Umſtände, welche auf das Nichtentſtehen oder die langſamere Bildung der Fibrinfäden — alſo auf das Coaguliren des Bluts — Einfluß haben, ſind folgende: durch Hinzufügung einer concentrirten Auflöſung von ſchwefelſaurem Natron, eſſigſaurem Kali, ſalpeterſaurem Kali, Chlorkalium, Chlornatrium oder Borax zu dem friſchen Blut wird das Gerinnen verzögert oder verhindert; ferner wird die Coagulirung verringert durch die kohlenſauren Alkalien; entgegen gewirkt wird ihr durch verdünnte Mineralſäuren; durch ſalpeterſaures Strychnin, durch Morphin, Nicotin, Opium wird ſie vermindert (Hamburger, Hewſon, Schulz, Simon, Magendie, Hunter).

Durch Berührung mit thieriſchen Theilen, wie Fleiſch, thieriſchen Häuten ꝛc., wird der Coagulirung entgegen gewirkt. Durch Kälte wird ſie verzögert; plötzlich gefrierend, wird das Blut beim nachherigen Aufthauen erſt flüſſig und coagulirt dann bei Erhöhung der Temperatur. Hewſon meint, daß 38° bis 40° für das Coaguliren die günſtigſte Temperatur iſt. Darum, um die Coagulation zu befördern, macht man auch die Gefäße, worin das Blut bei einem Aderlaß aufgefangen wird, lauwarm.

Befördert wird die Coagulirung durch galvaniſche Electri-

cität, durch ſchnelle Verdampfung des Bluts, durch Gummi, Zucker, Kleiſter, durch Abkochungen von Digitalis, Taback, Alkohol, Aether (Hamburger und Magendie).

Die Coagulirung erfolgt in Waſſerſtoff- oder Kohlenſäuregas ebenſo gut wie in der Luft.

Die Veränderung bleibt alſo außerhalb des Terrains der Oxydation, ſelbſt des Stoffwechſels, und gehört auf das Gebiet der Iſomerien. Im Körper kann dem Feſtwerden der aufgelöſten Fibrintheilchen entgegen gewirkt werden durch ihren Contact mit allerlei thieriſchen Theilen im Zuſtande der Umſetzung — ein Stückchen Fleiſch, ein Stück eines Magens thut außer dem Körper im friſchen Blut daſſelbe —, aber dem Einfluß dieſer Theile entzogen, wird das Fibrin in der Ruhe und bei einer Temperatur zwiſchen 0° und 40° feſt, ſowie Eiweiß es bei 60° bis 64° wird, welches Eiweiß auch nichts weiter nöthig hat, um dann feſt zu werden.

Der Unterſchied indeß, welcher zwiſchen dem Feſtwerden von Eiweiß und von Fibrin beſteht, mag nicht vernachläſſigt werden. Beim Eiweiß iſt es eine beſtimmte Temperatur, deren es bedarf, beim Fibrin iſt die Temperatur eine mehr untergeordnete Bedingung; es wird kein beſtimmter Wärmegrad erfordert, ſondern nur, daß das Fibrin den Einflüſſen entzogen werde, die dem Feſtwerden entgegen wirken. Dieſe Einflüſſe kennen wir nicht; das Flüſſigbleiben der Fibrintheilchen im Körper muß von beſtimmten thieriſchen Theilen ausgehn, die zum Blutgefäßſyſtem gehören, und wahrſcheinlich wohl nicht zu den großen Gefäßen, ſondern zum Capillarſyſtem; bilden ſich doch in der Cholera während des Lebens falſche Polypen von coagulirtem Fibrin im Herzen und den großen Gefäßen und ſind die Urſache der Beängſtigung*). Auch hier iſt es alſo das träge Fließen des Bluts, die Ruhe, wovon wir ſchon

*) Natuur-en Scheik. Archief. Deel I.

früher gesprochen haben, wodurch die Coagulirung zu Stande kommt.

Obschon wir weit entfernt sind, die Primitivfasern der Muskeln (p. 630) für fest gewordenes Fibrin zu halten, tragen doch die im Blut aufgelösten und durch die Wände der Capillargefäße nach Außen gedrungenen Theilchen des Fibrins dazu bei, die Hauptmasse der Primitiv-Muskelfasern zu bilden. Für das Festwerden dieser Theilchen in dem Sarcolemma, welches sie auch durchdringen müssen, ist Ruhe hinreichend, eben so wie für das Coaguliren des Fibrins in dem Blutkuchen.

Es bleibt die Frage, ob die leichter oder die minder leicht löslichen Kügelchen, wovon p. 636 gesprochen ist, in den Muskeln aus den Theilchen des Blutfibrins gebildet werden.

Nach v. Baumhauer*) ist die Zusammensetzung der Substanz der Fischmuskeln, die man erhält, wenn man diese mit Essigsäure auszieht und durch Ammoniak niederschlägt, nicht der des Fibrins gleich, sondern eher der des Albumins. — Aber das Fleisch von Fischen verhält sich anders, wie das von Säugethieren und Vögeln.

Von Rindfleisch bekam Adriani durch Behandeln mit kaltem Wasser, Auflösen in Essigsäure und Fällen mit kohlensaurem Ammoniak einen Niederschlag, dessen ich p. 641 bereits gedacht habe. (C ist daselbst noch = 76,437 gerechnet)**).

*) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 318.

**) Nach Analysen von Strecker (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73, S. 127) ist der Stoff, der erhalten wird, wenn man mit Wasser gut ausgelaugtes Fleisch mit verdünnter Salzsäure übergießt, worin er sich auflöst, und ihn dann aus der Lösung mit kohlensaurem Ammoniak niederschlägt, dem Blutfibrin in der Zusammensetzung fast gleich. Er fand dafür (C = 75,12):

C	54,46	53,67
H	7,28	7,27
N	15,84	16,26
O	19,81	
S	1,21	1,11
Asche	1,40	

Diese Resultate weichen in O und N von denen von Adriani ab; sie stimmen,

Mit der Bildung der Ansteckungskruste verhält es sich ebenso, wie mit dem Festwerden des Fibrins. — Der Stoff, woraus die Ansteckungskruste besteht, steht dem Fibrin in Zusammensetzung und Eigenschaften nahe, aber ist nicht dasselbe. Nach den letzten Untersuchungen von Fibrin haben wir (C = 75,12):

	Fibrin*).	Ansteckungskruste*).	
		I.	II.
C	52,66	51,62	51,90
H	6,93	6,93	6,07
N	15,51	15,51	
O, S, P	23,37 + 1,20 + 0,33	25,03	

Indem wir die Möglichkeit erkennen, daß in der Menge von Sulphamid oder Phosphamid später einige Verschiedenheit zwischen beiden gefunden werden kann, nähern sie sich doch einander. — Auf dem Blut von Pferden, besonders, wenn sie gut gefüttert sind, findet man stets, eben so wie zuweilen beim Blut vom Menschen nach starkem Essen oder beim Blut von schwangern Frauen, eine Ansteckungskruste. Dies beweist noch mehr die Annäherung an Fibrin.

Woher die Verschiedenheit in der Zusammensetzung von Ansteckungskruste und Fibrin? Daß Ansteckungskruste kein Fibrin ist, geht aus diesen Analysen genugsam hervor und dies kann noch näher gezeigt werden, wenn frisches Fibrin und frische Ansteckungskruste nur eine Viertelstunde mit Wasser ge-

---

außer im Stickstoffgehalte, mit dem überein, was v Baumhauer für eine auf gleiche Weise erhaltene Substanz aus Scholle und Zunge fand (l. l. p. 317.).

C — 54,87 — 54,82
H — 7,08 — 9 ,87
N — 15,50 — 15,50.

Liebig, welcher die Versuche von Strecker mittheilt, sagt von den Versuchen Adriani's und v. Baumhauer's kein Wort.

*) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 274.

**) Ibid. Deel. I. p. 560. I. ist von einem Pleuritischen, II. aus Pferdeblut.

kocht werden. Beim Fibrin bekommt man in dieser Zeit nur Spuren einer in Wasser gelösten Substanz, bei Ansteckungskruste 14 Proc. und durch fortgesetztes Kochen mehr, dann giebt das Fibrin diesen Stoff aber auch in reichlicherer Menge, wenigstens wenn das Kochen z. B. 40 Stunden lang fortgesetzt wird. — Durch langes Kochen an der Luft wird das Fibrin in der That orydirt und Tri-Oryprotein daraus gebildet, welches nach meinen letzten Untersuchungen*) mit Ammoniak verbunden als eine saure Verbindung, die folgende Zusammensetzung hat (C = 75,12):

C — 72 — 51,1
H — 114 — 6,6
N — 18 — 14,6
O — 30 — 27,7

$= 2\ (C_{36}\ H_{50}\ N_9\ O_{13}) + N_2\ H_8O + 3\ H_2O.$

Es ist dieser Stoff, welcher mit dem Fibrin verbunden die Ansteckungskruste bildet und wodurch der niedrigere Kohlenstoffgehalt der Ansteckungskruste bedingt wird. Er ist in Wasser leicht löslich, und wird, wenn man die Ansteckungskruste mit Wasser kocht, in beträchtlicher Menge daraus aufgelöst.

In Pferdeblut muß also immer Tri-Oryprotein gefunden werden, und da Ansteckungskruste, wenigstens Krusten, die daran grenzen, sehr leicht auf Menschenblut vorkommen, ist das Tri-Oryprotein ohne Zweifel ein im Blut nie ganz fehlender Körper; es muß unter den extractartigen Körpern des Bluts sich finden.

Was nach Entfernung des Tri-Oryproteins durch warmes Wasser von der Ansteckungskruste übrig bleibt, hat die Zusammensetzung des Fibrins, und mag mehr oder weniger als coagulirtes Fibrin angesehen werden. Ansteckungskruste ist oftmals reich an ungefärbten Blutkörperchen.

---

*) Scheik. Onderz. Deel IV. p. 283.

Wir kommen also zu dem Schluß: Ansteckungskruste ist aus zwei Stoffen zusammengesetzt: Trl-Oryprotein und Oryprotein; Fibrin besteht aus dem letzteren allein, wenigstens was die Hauptmasse betrifft: Fibrin enthält in jedem Fall mehr Sauerstoff als Protein und also auch mehr als Eiweiß.

Die Hauptstoffe der Ansteckungskruste sind also im Blut aufgelöst, werden darin aufgelöst erhalten durch dieselben Ursachen wie das Fibrin, und werden außer dem Körper, bei der Ansteckung des Bluts, unter denselben Umständen fest oder nicht fest wie das Fibrin.

Das Steigen der Theile der Ansteckungskruste auf die Oberfläche des Bluts liegt auch an einem großen Fettgehalt derselben, eben so wie beim Fibrin. Ich fand in der trockenen Kruste 4 Proc. Fett*). Dieses Fett ist mit den aufgelösten Theilchen der gestehenden Kruste innig verbunden, kommt nach dem Auslassen des Bluts als eine durchscheinende Schicht auf die Oberfläche und wird dann fest. Unter der Kruste findet man durchgehends viel weniger Fibrin, wie im gesunden Blut, woraus entweder eine Uebereinstimmung zwischen Ansteckungkruste und Fibrin, oder wenigstens ein leichter Uebergang des letzteren in erstere abgeleitet werden mag.

Die Stoffe, die Oryprotein enthalten, vorzüglich wenn sie zugleich viel Phosphamid enthalten, wie Legumin**) (C = 75,12):

	Von Erbsen.	Vermindert um SN_2H_4 und $P_2N_2H_4$.	At.	Oryprotein, berechnet.
C	— 50,72	— 53,5	— 36	— 53,6
H	— 6,57	— 6,8	— 54	— 6,7

*) Natuur-en Scheik. Archief. Deel IV, p. 368. Zu Fibrin fand ich ungefähr eben so viel, l. l. Deel I., p. 5.

**) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 414. = $C_{36}H_{50}N_8O_{10} + O + 2H_2O$, nach Versuchen von Norton. Löwenberg (Pogg. Ann. 1849, Nr. 11 und 12) hat zersetztes Legumin für Legumin gehalten.

	Von Erbsen.	Vermindert um SN_2H_4 und $P_2N_2H_4$.	At.	Oxyprotein, berechnet.
N	— 15,77	— 14,7	— 8	— 13,9
O	— 23,78	— 25,0	— 13	— 25,8
S	— 0,77			
P	— 2,39			

geben beim übermäßigen Genuß leicht Ansteckung, so wie es der Genuß vieler Bohnen bei den Pferden lehrt. — Wenn man Pflanzen-Proteinverbindungen durch den Namen von thierischen Proteinverbindungen unterscheiden will, so dürfte Legumin zunächst an Fibrin oder an Ansteckungskruste angrenzen, so wie dies sich zeigen kann, indem man das Phosphamid von Legumin abzieht; was übrig bleibt, ist in der Zusammensetzung der organischen Gruppe von Fibrin gleich.

Hierbei vergesse man jedoch das Phosphamid nicht; es ist es, welches als Phosphor auf den Organismus zu wirken scheint; welches Aufweckung (opwecking) giebt, wie kleine Mengen Phosphor. Jeder kann sich davon überzeugen, der einige Tage viel Fleisch genießt und dann seine Diät zum Theil wechselt mit Erbsen oder Bohnen; man wird sich im letztern Fall viel mehr genährt, viel kräftiger, viel mehr aufgeweckt fühlen.

Die Ansteckungskruste ist beinahe ganz und gar von gefärbten Blutkörperchen befreit; so schnell haben die aufgelösten Theile im noch aufgelösten Zustande die Oberfläche erreichen können, daß sie durch alle die Blutkörperchen aufsteigen konnten, ohne mehr als einige wenige — und dann wohl noch in den untersten Schichten — einzuschließen.

Die bläulich gefärbten und andere Speckhäute, die auf gewissen Blutsorten gesehen werden, scheinen mehr mit einer gewissen Armuth an Blutkörperchen, oder einer gewissen größeren Dichtigkeit des Blutserums in Verbindung zu stehen, als mit einem durchgehends größeren Gehalt an Fibrin oder einem mit Ansteckungskruste übereinstimmenden Stoff, z. B.

bei Scorbut ꝛc. Eine Verschiedenheit im Fettgehalt, eine andere Art von Fett, mit dem Fibrin verbunden, ist vielleicht die Ursache solcher Verschiedenheiten: an einige so sehr verschiedene Arten von Fibrin ist nicht zu denken, obschon es nicht unmöglich ist, daß es mehr als eine Art von Fibrin giebt.

Es kann bei verschiedenen Arten Fibrin Verschiedenheit vorhanden sein im Gehalt an phosphorsaurem Kalk, welcher einen wesentlichen Bestandtheil von zu Fäden festgewordenem Fibrin ausmacht. Ich fand den Phosphorgehalt im Fibrin = 0,33 Proc. und die Menge des Phosphors in dem phosphorsauren Kalk, der mit dem Fibrin von Kühen verbunden war, auch zu 0,33 Proc., was 1,32 Proc. *) phosphors. Kalk entspricht und auf eine chemische Verbindung von diesem phosphorsauren Kalk mit Fibrin hinweist. Gewöhnlich untersucht man das Fibrin, nachdem es durch eine Säure soviel als möglich davon befreit ist, aber von physiologischem Gesichtspunkt aus muß der phosphorsaure Kalk zu seinen Bestandtheilen gerechnet werden. — Da indeß Fibrin vorkommt, welches weniger als 1,32 Proc. Asche zurückläßt, selbst bis 0,77 Proc. hinab, da auch ein viel größerer Aschengehalt in Fibrin gefunden ist**), so scheint der Gehalt an phosphorsaurem Kalk darin nicht constant zu sein, und es kann also in der That eine gewisse Verschiedenheit in den Eigenschaften des Fibrins — und im Allgemeinen in den Eigenschaften der Proteinverbindungen — zu Stande kommen, bloß durch Verschiedenheit im Gehalte an unorganischen Stoffen. — Bei Eiweiß sehen wir eine Verschiedenheit im Schwefelgehalt zwischen Eiweiß aus Blutwasser und Eiweiß aus Hühnereiern; die kleinen Verschiedenheiten, welche diese beiden Eiweißarten zeigen, können bloß von diesem verschiedenen Gehalt an Sulphamid abhängen. Eiweiß aus dem Pflanzenreich hat einen andern Sulphamid-Gehalt.

*) Natuur-en Scheik. Archief, Deel VI., p. 98 u. 112.

**) l. l. p. 112.

Bei den Stoffen, welche Protein enthalten, wissen wir, daß durch kleine Abweichungen in dem Gehalt an den mit dem Protein verbundenen Körper die Neben- — nicht die Haupteigenschaften — dieser Stoffe, welche wir gegenwärtig mit einem verschiedenen Namen bezeichnen, verschieden sind.

Virchow *) macht einen Unterschied zwischen venösem und arteriellem Fibrin, da das erstere in einer Salpeterlösung in zwei Tagen, das letztere kaum in 14 Tagen weich zu werden beginnt. Damit kommt überein, was Denis und Scherer **) von der Ansteckungskruste sagen, die auch in einer Salpeterlösung nicht aufgelöst wird, wenn sie von einem Pneumonicus herstammt; ist sie von einem an fibris puerperarum Leidenden, so wird sie von Salpeterwasser schnell aufgelöst. — Wenn wirklich ein solcher Unterschied zwischen venösem und arteriellem Fibrin besteht, so wird die Untersuchung dieser zwei Fibrinarten auf's Neue wichtig; dieser Unterschied kann klein sein, der gegenwärtigen Elementar-Analyse entgehen, er kann auf einer kleinen Einmengung beruhen, in dem vielleicht, was Buchardat Eridermose nennt †), aber er ist wichtig genug, um beachtet zu werden, sowohl aus dem Gesichtspunkt des Stoffwechsels des Bluts, wie aus dem der Bindung von Sauerstoff beim Athmen.

Zimmermann ††) hat sich gegen eine Verschiedenheit des Fibrins erklärt; aber er scheint sich selbst nicht zu verstehen.

Daß das Fibrin, so wie man es durch bloßes Auswaschen von Blut mit Wasser erhält, eigentlich nicht coagulirt zu nennen ist, erhellt daraus, daß es dann leicht in Essigsäure gela-

---

*) Heule and Pfeufer, Zeitschrift, Bd. 5, S. 213

**) Jahresbericht über die Fortschritte in der Pharmacie, 6. Jahrgang 1847, S. 146

†) Scheik. Onderz. Deel I., p. 555.

††) Polemisches and Positives über den Faserstoff im Archiv für physiologische Heikande. 5. Jahrgang, S. 249. S. auch den genannten Jahresbericht von Scherer, 1847, S. 149, und 1848, S. 32.

tinös wird, in Salzlösungen löslich ist, während es, wenn es bei gewöhnlicher Temperatur mit Alkohol behandelt, und mehr noch, wenn es mit Alkohol und Aether ausgekocht ist, von dem Vermögen, gelatinös oder aufgelöst zu werden, viel verloren hat. Dann sollte es erst coagulirt genannt werden, wenn man einmal diesen Namen beibehalten will. Wir finden also, obschon im geringern Maaße ausgeprägt, beim Fibrin zwei Formen, ebenso wie beim Eiweiß, die sich durch geringere und leichtere Löslichkeit unterscheiden. — Diese Verschiedenheit des Fibrins zeigt sich auch vorzüglich deutlich beim Zusammenbringen mit Wasserstoffsuperoxyd; das bloß mit Wasser ausgewaschene bewirkt augenblicklich die Zersetzung desselben, während das in kochendem Wasser eingetaucht gewesene diese Eigenschaft verloren hat.

An der Präexistenz des Fibrins im Blut ist gegenwärtig nicht mehr zu zweifeln; es ist in besondern aufgelösten Theilen vorhanden, mit dem Eiweißstoff gemengt; seine Auflösung möge unvollkommen, es möge gelatinös und also halb fest im Serum vorhanden sein: davon wissen wir nichts; aber das wissen wir, daß der Fibrin bildende Stoff im Blut als solcher vorhanden ist und nicht bei der Coagulirung des Bluts gebildet wird. Vom Eiweiß ist er bestimmt verschieden durch einen größeren Sauerstoffgehalt.

Nach Wurtz kann Fibrin sich in Fett verwandeln und namentlich wohl butterſaures Ammoniak liefern; Blondeau*) meint, daß auch Käsestoff sich in Fett verwandeln kann. Er fand im frischen Rocheforter Käse kaum $^1/_{200}$ Fett und in solchem, der 2 Monate lang im Keller zugebracht hatte, fast die ganze Masse in Fett verwandelt. Er sah auch Fleisch sich in Fett verwandeln. Es ist sonderbar, daß alter Käse, den wir doch alle kennen, noch Käse ist. — Blondeau scheint besondere Umstände angetroffen zu haben. Bei der Dar-

*) Compt. rend. T. 25, p. 361

stellung von Leucin aus Käse durch Faulen sah ich nicht mehr Fett zum Vorschein kommen, wie ursprünglich da war. Und was die Verwandlung von Fibrin in Fett betrifft, so kommt stets Fett im Fibrin vor, welches bei dem Wurtz'schen Versuch wohl zur Buttersäurebildung den Anlaß gab. Daß Fett ein zusammensetzender Theil von Protein sein soll, scheint mir wenigstens ohne Grund.

Der Eiweißstoff ist im Serum aufgelöst und bildet damit eine ziemlich dickflüssige Solution, worin jedoch verhältnißmäßig wenig Albumin vorkommt. Er geht bei 61° C. in starre Form über und ist dann in Wasser unlöslich geworden. Im löslichen Zustande bekommt man ihn indeß, wenn man Blutserum bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur im luftleeren Raume über Schwefelsäure austrocknet. Im trockenen Zustande kann das Eiweiß selbst bis 100° erhitzt werden, ohne zu coaguliren; nach dem Erkalten ist es in Wasser wieder löslich. Die lösliche Form kann durch schwachen Alkohol niedergeschlagen werden, ohne in die unlösliche Form überzugehen; ist der Alkohol aber stark, so hat es dieselbe Veränderung erlitten, die Wärme dem wasserhaltigen Eiweiß mittheilt.

Im coagulirten Albumin ist Fett vorhanden, welches durch Aether oder Alkohol daraus entfernt werden kann.

Das lösliche Albumin kann aus dem Blut durch Salzsäure niedergeschlagen und mit salzsaurem Wasser gewaschen werden, worin es sich nicht auflöst, und wodurch es beinahe ganz von phosphorsaurem Kalk befreit wird, welcher in coagulirtem Eiweiß in ziemlich reichlicher Menge vorhanden ist. Dieser Niederschlag ist salzsaures Albumin; dasselbe ist in vielem Wasser löslich, und aus dieser Lösung wird durch kohlensaures Ammoniak das Eiweiß niedergeschlagen, welches, wenn man es dann noch mit Alkohol und Aether auszieht, rein ist.

Die Verbindung von coagulirtem Eiweiß mit phosphorsaurem Kalk hat einen verschieden großen Gehalt an diesem Salz. Man findet von 6 bis 9 Proc. darin. Es scheinen

einige Verbindungen davon in einem guten chemischen Verhältniß bestehen zu können, wovon verschiedene Mengen in demselben Blutserum vorkommen. Die Menge von phosphorsaurem Kalk im Blut kann nicht immer dieselbe sein, sondern ist von Nahrung, Lebenszeit ꝛc. abhängig; was der Eiweißstoff davon chemisch binden kann, muß also auch wechseln.

Es ist schon früher angemerkt, daß das Eiweiß sich mit einigen Säuren zu unlöslichen Verbindungen vereinigt; es sind die Mineralsäuren, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Salzsäure, die alle in der Heilkunde als Adstringentia bekannt sind. Die Verbindungen sind sämmtlich in einer großen Menge Wasser löslich.

Die Kohlensäure kann mit Albumin verbunden werden. Schlägt man Albumin z. B. durch Wärme nieder, vertheilt es in Wasser und leitet Kohlensäure hindurch, so wird das Albumin aufgelöst, schlägt sich aber wieder nieder, wenn man die Lösung der Luft aussetzt. Ebenso das Globulin.

Alkalien lösen coagulirtes Eiweiß auf und verhindern das Coaguliren von aufgelöstem Eiweiß. Einige Tropfen Kali, zu Blutserum hinzugefügt, sind hinreichend, zu bewirken, daß das Coaguliren erst bei viel höherer Temperatur stattfindet, oder selbst wohl dasselbe ganz zu verhindern.

Hierbei wird das Eiweiß jedoch verändert. Nimmt man Eiweiß aus Hühnereiern, vermischt es mit kohlensaurem Kali, theilt das Gemisch in zwei Portionen und kocht die eine derselben, so bleibt diese ebenso wie die nicht erhitzte klar; das kohlensaure Kali hat aber doch das Eiweiß verändert. Fügt man nämlich zu beiden Portionen Salzsäure, so entsteht in der nicht gekochten Portion sehr langsam ein Niederschlag, welcher beständig zunimmt; in der gekochten entsteht der Niederschlag sofort in großer Menge, gerade so als ob man coagulirtes Eiweiß in kohlensaurem Kali aufgelöst und dieser Lösung Salzsäure zugefügt hätte. — Aber zwischen coagulirtem und mit kohlensaurem Kali gekochtem Eiweiß ist ein Unterschied. Setzt man den

eben erwähnten, mit Salzsäure gefällten Portionen viel Wasser hinzu, so löst sich das nicht gekochte sehr schnell auf, das gekochte viel langsamer. Und wenn man zu gewöhnlichem coagulirten Eiweiß, welches in Wasser vertheilt ist, Salzsäure gießt, so wird man keine Auflösung wahrnehmen.

Es giebt also drei Formen, unter denen Eiweiß vorkommen kann: coagulirtes und nicht coagulirtes und eine Zwischenform, die erhalten wird, indem man frisches Eiweiß mit kohlensaurem Kali erwärmt und dann durch eine Säure niederschlägt.

Das Eiweiß aus Serum giebt vermuthlich dasselbe, aber ich habe es nicht darauf untersucht.

Metallsalze verbinden sich mit löslichem oder durch Alkali wieder aufgelöstem coagulirten Albumin meist zu unlöslichen Verbindungen des Oxyds mit dem Albumin. Es werden zugleich Verbindungen von Albumin mit den Säuren der Metallsalze gebildet, die jedoch durch Waschen löslich werden: z. B. durch schwefelsaures Kupferoxyd entsteht in Eiweißlösung ein Niederschlag von schwefelsaurem Albumin und von Albumin-Kupferoxyd; ebenso durch Sublimat salzsaures Albumin und Albumin-Quecksilberoxyd. — Bei dem Verabreichen (toedienen) von Metallsalzen, wie den zwei genannten, von salpetersaurem Silberoxyd, essigsaurem Bleioxyd ꝛc., an Thiere, hat man sich daher diese zwei Verbindungen im Blut vorzustellen. — Daß dies wirklich so ist, daß die Metallsalze durch Eiweiß zersetzt und nicht als solche mit Eiweiß verbunden werden, erklärt unter Anderem den Nutzen des Eiweißes bei Sublimat-Vergiftung.

Kreosot, Gerbsäure und andere Stoffe coaguliren Eiweiß und verbinden sich damit; organische Säuren, wie Weinsteinsäure, Citronensäure ꝛc. können im Gegentheil coagulirtes Eiweiß auflösen.

Einige dieser Reactionen haben auch Bezug auf Globulin und Fibrin, indem sie in auflösliche Form gebracht sind; ich

übergehe die Einzelnheiten hiervon mit Stillschweigen und verweise auf das, was früher darüber mitgetheilt ist.

Die Zusammensetzung des Eiweißes aus Blutserum, aus näheren Versuchen abgeleitet, ist folgende:*) (C = 75,12 Vergl. Eiweiß aus Eiern p. 1022.)

C — 53,4
H — 7,1
N — 15,6
O — 22,3
S — 1,3
P — 0,3

Ebenso wie bei Fibrin und andern Proteinverbindungen ist der Schwefel als SN_2H_4 und der Phosphor als $P_2N_2H_4$ darin vorhanden. — Es kommt auch hier zuweilen ebenso viel Phosphor als phosphorsaurer Kalk mit dem Eiweiß verbunden vor **).

Nach Hoffmann†) kann Albumin aus Blut in Casein verwandelt werden. Er legte ein quadratzoll-großes Stück der Schleimhaut des Darmkanals von einem Kalb in helles Blutserum, welches in einem Cylinderglas enthalten war, bei einer Temperatur von 30° bis 45°. Nach acht Tagen hatte sich in der untern Hälfte der Masse ein Coagulum gebildet; die überstehende Flüssigkeit, die nicht mehr alkalisch, sondern sauer reagirte, wurde durch Kochen nicht mehr coagulirt, roch jedoch nach Käse und setzte beim Erwärmen eine weiße Haut an der Oberfläche ab. Das Coagulum soll aus Casein und Fibrin bestehen.

Nach Wurtz††) wird Fibrin, in etwas Wasser vertheilt, bei Sommer-Temperatur in acht Tagen in eine Flüssigkeit verwandelt, die nach stinkendem Käse riecht und beim Erwär-

*) Scheik. Onderz. Deel IV. p. 226.

**) Scheik. Archief. Deel VI. p. 97.

†) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 46, S. 118.

††) Ann. de chim. et de phys. T. 11. p. 253.

men coagulirt. Er meint also, daß Fibrin in Albumin verwandelt wird. Dies würde dann das Umgekehrte sein von dem was Hoffmann behauptet. Diese Veränderungen sind unter geringer Verschiedenheit der Umstände, auf alle Weise möglich, denn alle diese Körper haben denselben Grundstoff.

Es ist daher keine neue, sondern eine bekannte Sache, wovon Liebig unlängst sprach[1]). Außer Wurtz haben auch Andere schon davon Meldung gemacht[2])

Ob Casein im Blut vorkommt, wird von verschiedenen Chemikern auf verschiedene Weise angesehen.

Beim Erwärmen mit Essigsäure giebt Blutserum eine geringe Trübung. Aber mag man dies für Casein halten? Zuweilen verwandelt sich das Serum unter diesen Umständen ganz und gar in eine Gallerte. In diesen Fällen müßte sehr viel Casein im Blut vorkommen. Aber der durch Essigsäure hervorgebrachte Niederschlag ist nicht näher untersucht und das Vorkommen von Casein im gewöhnlichen Blut bleibt daher zweifelhaft.

Fette des Bluts. Die Fette des Bluts müssen eingetheilt werden in solche, die den fest werdenden Blutbestandtheilen anhängen und in solche, die im Serum aufgelöst bleiben. — Zieht man gut mit Wasser ausgewaschenes Fibrin mit Aether aus, so bekommt man eine große Menge Fett; ebenso aus den Blutkörperchen und dem durch Wärme coagulirten Eiweiß, wie Chevreul und L. Gmelin gefunden haben, welcher letztere hauptsächlich das Fett studirte, das im auflöslichen Zustand — und also verseift — in der wäßrigen Flüssigkeit des Bluts übrig bleibt.

Nach Berzelius[3]) ist das Fett, welches aus dem Fibrin von Ochsenblut ausgezogen wurde, krystallinisch, von

---

[1]) Ann. d. Chem u. Pharm Bd. 73, S. 128.

[2]) S. Nasse in Wagner's Handw. I. S. 150.

[3]) Lehrbuch Bd 9, S 88. 1840.

ſaurer Reaction, und läßt beim Verbrennen eine Kohle zurück, die nicht ſauer, ſondern alkaliſch reagirt. Es iſt alſo keine Phosphorſäure in dieſem Fett, aber ein Theil wenigſtens ſcheint verſeift zu ſein. Durch Digeſtion mit Kali wird nur ein Theil aufgelöſt, aber das Ungelöſte iſt doch verſeift, denn beim Verkohlen läßt es eine alkaliſche Kohle zurück. Aus Alkohol kann das ungelöſt gebliebene Fett, nach Entfernung des Alkali's durch Salzſäure, in Nadeln kryſtalliſiren.

Die aufgelöſte fette Säure, durch Salzſäure von dem Alkali getrennt, ſchmilzt bei 100° nicht, aber nach Auflöſung in Aether bleibt ſie als Oeltröpfchen zurück, die, mit Waſſer befeuchtet, wieder feſt und pulverförmig werden.

Boudet hat aus eingetrocknetem, mit Waſſer gut ausgezogenem Blut durch kochenden Alkohol einen Fettſtoff abgeſondert, den er Serolin nennt. Er beſteht aus perlmutterglänzenden, bei 36° ſchmelzenden Kryſtallblättchen, und wird durch Alkalien nicht verſeift und beim Erhitzen größtentheils ſublimirt, wobei zuletzt Ammoniak auftritt. — In Alkohol ſoll er wenig löslich ſein.

Aus dem erkalteten Alkohol werden durch Verdampfen verſchiedene Fette erhalten. Verdampft man zur Trockne und zieht den Rückſtand mit Alkohol von 0,83 kalt aus, ſo bleibt ein weißes pulverförmiges phosphorhaltiges Fett zurück.

Die kalte alkoholiſche Löſung giebt beim Verdampfen Blättchen von Choleſterin, demſelben fettartigen Körper, der in der Galle gefunden wird. Ferner ſcheiden ſich aus dem Alkohol Margarinſäure und Oelſäure aus, zum Theil auch mit Alkali verbunden.

Nach Lecanu und Denis wird kein phosphorhaltiges Fett mit dem coagulirten Eiweiß des Bluts verbunden gefunden, aber wohl in Verbindung mit den Blutkörperchen. Ein phosphorhaltiges Fett von der Art, wie es im Gehirn vorkommt, hat Gobley im Eidotter nachgewieſen und darin Phospho-

Glycerinſäure gefunden*), beſtehend aus 1 Aeq. Glycerin und 1 Aeq. Phosphorſäure, welche mit Baſen Salze bildet, wie die Sulpho-Glycerinſäure. Dieſe Phospho-Glycerinſäure muß, da Gobley ein Alkali anwandte, um ſie abzuſondern, ein Zerſetzungsproduct eines phosphorhaltigen Fettes ſein, welches letztere angeſehen werden kann als beſtehend aus einer fetten Säure, Lipyloxyd und Phosphorſäure, obſchon Gobley meint, daß die Phospho-Glycerinſäure in Verbindung mit Ammoniak im Eigelb vorkommt.

Im Allgemeinen werden die Fette nur in geringer Menge im Blut angetroffen, nach Verſuchen von Bouſſingault.**) Derſelbe fand im Mittel $^5/_{1000}$, ſowohl beim Genuß vom Fett, wie bei dem von bloßem Amylum, oder von Eiweiß. — Seine Verſuche ſind mit Tauben und Kanarienvögeln angeſtellt. Das genoſſene Fett ſcheint alſo ſchnell außer Circulation zu treten

Auf die Fette des Bluts haben indeß die genoſſenen Speiſen einen großen Einfluß, ſowohl was ihre Menge als was ihre Natur betrifft. Im Chylus ſind, wie wir p. 1039 ſahen, Fette in reichlicher Menge anweſend; beim Genuß von vielem Fett muß viel Fett durch den Chylus ins Blut geführt werden. Iſt das genoſſene Fett beim Menſchen Stearin, ſo wird — da Stearin in den erſten Wegen wohl nicht in Margarin verwandelt wird †) — für kürzere oder längere Zeit Stearin im Blut vorkommen ꝛc. — Das Verſeifen der neutralen Fette, zum Theil ſchon in dem alkaliſchen Chylus vor ſich gegangen, wird in dem Blut ſicher fortgeſetzt werden.††)

*) Journ. de pharm. et de chim. T. II., p. 5, 81, 161.

**) Ann. de chim. et de phys. 3me Sér. T. 24. p. 460.

†) Gerhardt hat unlängſt wahrſcheinlich gemacht, daß die Zuſammenſetzung von Stearinſäure und Margarinſäure dieſelbe iſt. Compt. rend. des travaux chimiques, 1849.

††) Thomſon hat [Ann. d. Chem. u. Pharm., Mai 1845, S. 209] Blut unterſucht, welches einige Stunden nach genoſſener Nahrung aus einer Ader entleert war, und dies ſehr weiß und milchartig gefunden. Die Nahrung war ein Pudding geweſen, aus Weizenmehl und Schweinefett bereitet; das Blut war drei Stunden nach der Mahlzeit ſtark weiß, wurde indeß durch Erwärmen heller, da das Fett, welches in

Blutwasser, vom Eiweiß befreit. Außer den genannten Stoffen bleibt nach dem Verdampfen des Blutwassers, welches durch Erhitzen und Filtriren vom Eiweiß befreit war, noch eine gelbe Substanz zurück; absoluter Alkohol zieht daraus eine extractartige Substanz aus, in geringer Menge; Alkohol von 0,83 löst darnach andere extractartige Stoffe auf, neben Salzen, und läßt, außer andern Salzen, noch mindestens zwei organische Stoffe ungelöst, von denen der eine in Wasser löslich, der andere unlöslich ist.

Berzelius glaubt, daß diese organischen Stoffe zum Theil von dem Eiweiß herrühren; den unlöslichen hält er für coagulirtes Eiweiß, welches aus der schwach alkalischen Flüssigkeit nicht ganz abgesondert werden kann. Aber auch die löslichen Stoffe hält er zum Theil wenigstens für Producte der Zersetzung von Eiweiß, die während des Abdampfens oder beim Coaguliren selbst entstanden sind. Kein anderer Chemiker hat der Kenntniß dieser extractartigen Materien so viel Zeit und Arbeit gewidmet, namentlich denen, die im Fleischauszug vorkommen; er hat für das früher sogenannte Osmazom die scharfsinnigsten Scheidungsmittel gefunden und eine Menge verschiedener Stoffe darin nachgewiesen; er meint, daß im Blut ähnliche vorkommen, und in der That muß der Fleischauszug auch die löslichen organischen Stoffe des Bluts enthalten, aber außerdem auch noch solche, die zur Nahrungsflüssigkeit gehören.

Wie schön indeß diese Arbeit auch ist, er hat die organischen Gruppen selbst nicht charakterisirt, und da es auf jeden Fall gewagt sein dürfte, von Fleischextract auf Blutextract zu schließen, so müssen wir für jetzt noch unsern Mangel an

---

große Menge darin enthalten war, dabei schmolz. Es war so viel Fett in diesem Blut enthalten, daß das Filter, durch welches dasselbe gegangen war, nach dem Trocknen eine reichliche Menge einer blattigen Substanz eingesogen hatte. Nach 3 Stunden — also 6 Stunden nach der Mahlzeit — wurde dieselbe Person nochmals zur Ader gelassen; das Blut war gleichfalls sehr milchartig, aber nach dem Filtriren blieb auf dem Filter kein Fettfleck zurück.

Kenntniß von sehr vielen in der That wichtigen Blutbestandtheilen eingestehen.

Oxyprotein. Eine lösliche und für die Kenntniß des Bluts sehr wichtige Substanz ist von Ludwig *) im Blut nachgewiesen. Er erhitzte frisches Blut unter Umrühren, preßte aus und fügte zu der Flüssigkeit sehr verdünnte Salzsäure bis gerade zur Sättigung. Diese Flüssigkeit erwärmte er nochmals rasch und filtrirte. Das Filtrat war dann fast farblos. Er fügte ihm dann das 5- bis 6fache Volum Alkohol hinzu, wodurch ein weißer flockiger Niederschlag entstand, der mit Alkohol, Aether und Wasser gewaschen wurde. Diese Materie hat bei 120° getrocknet, die Zusammensetzung von Oxyprotein, und Ludwig hält sie auch dafür; er hat keinen Schwefel darin gefunden, was bemerkenswerth sein dürfte.

Der Alkohol, aus welchem sich die Flocken abgesetzt haben, giebt durch Verdunsten eine neue Portion davon.

Dieses Oxyprotein ist einer der Hauptbestandtheile der extractartigen Stoffe des Bluts.

Das Resultat seiner Analysen ist folgendes:

C	53,61	53,52
H	7,27	7,22
N		14,52
O		24,74

Mit diesem Stoff muß die Substanz verglichen werden, die man erhält, wenn man Fibrin nach der Proteinbereitung in schwachem Kali warm auflöst und niederschlägt. Der Niederschlag hat dann die Reaction von Schwefel auf Silberblech verloren. Seine Zusammensetzung ist **) (C = 75,12)

		vermindert um S_2	O_2
C	53,23	53,23	53,8
H	6,79	6,91	7,0

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 56, S. 95.

**) Scheik. Ond. Deel IV. p. 280

N	14,12	14,3
O	24,64	24,9
S_2 O_2	1,10	

Die Materie, von welcher Ludwig spricht, unterscheidet sich von dem Oxyprotein dadurch, daß letzteres unlöslich in Wasser ist, während jene davon aufgelöst wird. Ludwig erklärt dies für eine isomerische Verschiedenheit. In der That weiß man, daß Pflanzenleim — ein Körper, welcher in Zusammensetzung und den meisten Eigenschaften mit Eiweiß übereinkommt — in Alkohol löslich ist. Ich habe diese Materie nach der Methode von Ludwig dargestellt.

So wie Ludwig sie abgesondert hat, ist sie nicht rein, sondern enthält drei Stoffe: Eiweiß, Oxyprotein und Trioxyprotein.

Man nehme reines Serum, erwärme bis 70°, filtrire das Coagulum ab, füge vorsichtig bis zur vollkommnen Sättigung sehr verdünnte Salzsäure zu und erhitze einen Augenblick bis nahe zum Sieden, filtrire aufs Neue und füge Alkohol zu, so wie Ludwig es angegeben hat. Den flockigen, weißen Niederschlag sondere man auf einem Filter ab und wasche gut mit Alkohol; er ist dann in Wasser leicht löslich. Kocht man aber ihn mit Alkohol, so wird er zum beträchtlichen Theil in Wasser unlöslich.

Was von Wasser aufgelöst wird, hat alle Eigenschaften, die ich von dem Trioxyprotein angegeben habe,*) wozu auch noch die gehört, daß es durch gelbes Blutlaugensalz nicht niedergeschlagen wird.

Das Trioxyprotein wird unter Anderm in reichlicher Menge erhalten durch Kochen von Fibrin und Albumin in Wasser. (l. c. p. 563.) Nach den letzten darüber angestellten

*) Scheik. Onderz. Deel I., p. 572.

Verſuchen*) iſt es eine Ammoniakverbindung von C_{36} H_{50} N_8 O_{13} und weicht alſo um O_3 vom Protein ab. So wie es im Blut vorkommt, iſt es 2 (C_{36} H_{50} N_8 O_{13}) + N_2 H_8 O + 3 H_2 O, von derſelben Zuſammenſetzung wie die Subſtanz, welche durch Kochen von Fibrin oder Albumin in Waſſer erhalten wird.

In der von Ludwig beſchriebenen Subſtanz iſt alſo zunächſt Trioxyprotein mit Ammoniak verbunden:

C — 51,1
H — 6,6
N — 14,6
O — 27,7

Was aus dem Ludwig'ſchen Körper ſich in Waſſer nicht auflöſt, iſt: Eiweiß und Oxyprotein:

C_{36} H_{50} N_3 O_{11} + 2 H_2 O,

oder der Stoff, der aus Fibrin erhalten wird (p. 1107).

Wenn man nämlich das in Waſſer Unlösliche mit Ammoniak behandelt, ſo wird das darin aufgelöſte Oxyprotein durch Eſſigſäure niedergeſchlagen, und von einem Uebermaße deſſelben wieder aufgelöſt; Eiweiß wird ebenfalls gefällt, bleibt aber in nicht zu ſchwacher Eſſigſäure unlöslich. So verhielt ſich nun der in Waſſer unlösliche Theil des Ludwig'ſchen Körpers; ein Theil wurde aus der Ammoniaklöſung durch Eſſigſäure niedergeſchlagen, ein anderer Theil nicht; was nicht gefällt wurde, gab mit gelbem Blutlaugenſalz einen weißen Niederſchlag und hatte alle Eigenſchaften des Oxyproteins**) — Daß etwas Eiweiß damit verbunden vorkommen muß, kann aus der Bereitungsart abgeleitet werden; Eiweiß iſt nicht ganz und gar unlöslich in Waſſer, unter dem Umſtande der Bereitungsweiſe des Ludwig'ſchen Körpers.

Aus dem Mitgetheilten folgt demnach die Gegenwart

*) Ibid. Deel IV., p. 283.

**) Man ſehe dieſe in Scheik. Onderz. Deel I, p. 168.

von Trioxyprotein und von Oxyprotein im Blut; das letztere ist wahrscheinlich auch mit Ammoniak verbunden im Blut enthalten und geht beim Kochen mit Alkohol aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand über. Dieses Trioxyprotein und Oxyprotein sind von Fibrin, Albumin, Globulin und Casein verschieden und enthalten beide mehr Sauerstoff, wie jedes von diesen vier. Sie sind ohne Zweifel aus Fibrin entstanden, unter Zutritt des Sauerstoffs der Luft, und obschon nicht viel von ihnen im Blut vorkommt, so sind sie doch wichtige Blutbestandtheile; sie sind es ohne Zweifel, die aus dem Capillarsystem mit nach außen treten und in der Nahrungsflüssigkeit eine Hauptrolle spielen. — Diese Stoffe, unter dem Einfluß des Sauerstoffs der Luft im arteriellen Blut gebildet, der eine ein höhere Oxydationsstufe des Fibrins, der andere ein Oxydationsproduct des Fibrins, müssen in jedem Fall den Uebergang machen von den Hauptbestandtheilen des Bluts zu Formbestandtheilen, wie leim- oder chondringebende Gewebe, und sie gehören daher, obschon sie nach den Bemerkungen, welche schon vor langer Zeit darüber gemacht wurden, kaum die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, doch zu den wichtigsten Blutbestandtheilen. Ein Product von bei der chemischen Behandlung des Bluts verändertem Globulin, Fibrin oder Eiweiß sind sie auf keinen Fall; diese Behandlung ist dazu nicht im Stande; von Leim weichen sie in jeder Hinsicht ab.

Daß Zucker im Blut vorkommt, ist von Magendie*) angegeben. Ich habe bereits p. 1073 in der Kürze davon gesprochen. Blut hat das Vermögen, bei 40° Kleister schnell in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Alles Amylum und Gummi, die genossen werden und in's Blut kommen, müssen alsbald in Zucker umgesetzt werden. Der Zucker wird im Blut gefunden, indem man dasselbe in kochendem Wasser auffängt, das dabei entstandene Coagulum absondert, die Flüssig-

*) Compt. rend. T. 23, p. 189.

keit mit einer Säure neutralisirt, verdampft und den Rückstand mit Alkohol auszieht, welcher den Zucker auflöst und ihn nach dem Verdunsten zurückläßt.

Beim Genuß von Mehlspeisen ist es wohl bewiesen, daß sie während der Speiseverarbeitung in Dextrin und Zucker verwandelt werden, und es war als wahrscheinlich anzusehen, daß aller Mehlstoff endlich als Zucker ins Blut übergeführt werde. Aber der Beweis dafür war noch nicht geliefert. Thomson (Ann. d. Chem. u. Pharm. Mai 1845, S. 221) hat zu beweisen gesucht, daß von genossenem Amylum Zucker in das Blut übergeht. Ein Schwein, welches 12 Stunden lang gehungert, darnach Graupen (grutten) genossen hatte und 3 Stunden nach der Mahlzeit geschlachtet wurde, lieferte Blut, worin nach Thomson auf 1000 Th. 2,57 Th. Zucker enthalten waren; ein zweiter Versuch gab ungefähr die doppelte Menge. Der Versuch von Thomson liefert indeß für die Gegenwart von Zucker in Blut keinen positiven (hoegonaamd) Beweis. Er fügte nämlich dem durch die Luftpumpe von Kohlensäure befreiten Blut Hefe hinzu, fing die hierdurch entwickelte Kohlensäure in Barytwasser auf und berechnete aus dem Gewicht des kohlensauren Barytes die Menge des Zuckers. — Wer steht uns indeß dafür, daß auf diese Weise Zucker und nichts anderes als Zucker aus dem genossenen Amylum gebildet worden ist? Es sind mehrere Stoffe in dem Blut vorhanden, die vielleicht unter dem Einfluß von Hefe Kohlensäure geben können. Wir zweifeln darum jedoch nicht an der Gegenwart von Zucker in Blut.

Dextrin dürfte auch im Blut vorkommen, nach Magendie, (p. 953) und seit es sich gezeigt hat, daß auch fein vertheilte, nicht aufgelöste Körperchen in's Blut übergehen können, hat Donders*) Amylumkörner im Blut gefunden, die mit Jod die wohlbekannte Reaction zeigten. Diese Amy-

*) Nedere. Lancet 1849

lumkörner sind daher im Blut derjenigen Thiere zu erwarten, die ungelöstes Amylum genießen. Es dürfte jedoch schnell in Dextrin umgesetzt und dieses auch schnell in Zucker verwandelt werden.

Daher denn ohne Zweifel eine Quelle von Zucker in dem Blut bei den Herbivoren, namentlich bei den Amylivoren. Aber auch bei den Carnivoren muß Zucker im Blut vorkommen, denn — wie wir bei der Milch sehen werden — es kommt in der Milch von Carnivoren Zucker vor.

In der Substanz der Leber haben Bernard und Barreswil in reichlicher Menge Zucker gefunden.*) Sie geben an, daß dieser Zucker von der gebrauchten Nahrung unabhängig ist und in der Leber von Thieren gefunden wird, die keinen Zucker oder Amylum genossen haben, aber die lange ausschließlich mit thierischem Futter genährt wurden. — Bestätigt sich diese Wahrnehmung, so wird dadurch die Zersetzung des Leimzuckers, eines Zersetzungsproductes von leimgebendem Gewebe und von Proteinverbindungen, in Harnstoff und Zucker noch näher aufgeklärt. Der Harnstoff geht durch die Nieren aus dem Körper, der Zucker dient als Nahrung. — Es ist bemerkenswerth, daß dieser Zucker gerade in der Leber gefunden wird, worin Leimzucker mit einem Zersetzungsproduct der Fette (Fellinsäure ꝛc.) festgelegt wird zu Cholsäure (s. p. 1042.)

Milchsäure. Diese Säure macht nach Berzelius einen Bestandtheil des Bluts aus, was später von Enderlin in Abrede gestellt ist.**) Aber wer kennt nicht die Geschichte der Milchsäure? Im Magen schon kommt sie vor, beim Genuß von Milchzucker wird sie in reichlicher Menge gebildet werden. Sie ist von Berzelius in beträchtlicher Menge

*) Compt rend, T. 27 p 514.

**) Ann d Chem. u Pharm Mai 1843, S 164

in der Nahrungsflüssigkeit der Muskeln gefunden, im Blut kann sie daher nicht fehlen.

Harnstoff. Im Blut wird ein allgemeines Zersetzungsproduct der Formbestandtheile des thierischen Körpers, der Harnstoff stets angetroffen *) und Millon und Wöhler haben auch unlängst denselben Körper in der Glasflüssigkeit des Auges gefunden. **)

Hiermit können wir die Liste der im Blut gefundenen organischen Körper schließen; Harnsäure und Hippursäure verdienen noch nähere Untersuchungen.

Im Blut muß indeß noch eine Menge von Stoffen vorhanden sein, die der Untersuchung bisher entschlüpft sind. Zunächst zufällige Einmengungen, und dann auch normale Bestandtheile.

Die zufälligen erscheinen fast grenzenlos in Zahl. Welche Verschiedenheit herrscht nicht in der Menge von Speisen und Getränken, was die beigemengten Nebenbestandtheile betrifft! Welch eine grenzenlose Menge von Stoffen führt die Kochkunst mit allen ihren Verschiedenheiten nicht herbei! Welch unzählbare Menge gewürzartiger, wohlriechender oder wohlschmeckender Stoffe wird nicht vom Menschen benutzt, um dem Gaumen und der Zunge zu schmeicheln!

Es ist unmöglich, diese Stoffe hier aufzuzählen; wir kennen sie auch nur bloß zum Theil. Doch sind sie für den Organismus nicht ohne Einfluß, und viele üben ohne Widerspruch einige chemische Wirkung aus, von welcher es wünschenswerth wäre, daß wir Kenntniß davon erlangten. In dieser Hinsicht ist die Wissenschaft bereits endlos. Man halte es nicht für gleichgültig, ob man diese Stoffe kennt. Ein sehr wichtiger Theil der Heilkunde beruht ganz und

*) Lehmann Phys. Chem. 1850 Bd. 1, S. 170.

**) Millon, Compt. rend T. 26, p. 121 Wöhler, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 66, S. 129

gar darauf. Ich will bloß die nützliche Wirkung anführen, welche bei Ansteckungskrankheiten bei Erwachsenen vom Salpeter, bei Kindern vom Calomel wahrgenommen wird. Worin anders liegt diese Verschiedenheit, als in der Verschiedenheit des Organismus? Und welches ist die eigenthümliche Wirkung von Salpeter, von Calomel? Worin besteht ihr Chemismus? Welches ist die Wirkung von gerbsäurehaltigen Stoffen als sogenannte stärkende Mittel? Wie stillt Schwefelsäure Blutflüsse, wie wirkt Phosphorsäure der Erschlaffung gewisser Gewebe entgegen und vermehrt ihren Tonus?

Wenn doch auf diese Fragen Antwort gegeben werden könnte, die nicht ganz und gar unbefriedigt ließe: ganz im Dunkeln befinden wir uns hinsichtlich des Chemismus der so wirksamen Pflanzenalkaloide und der unabsehbaren Reihe anderer arzneilich wirksamer Stoffe, so wie mancherlei Körper, die auf den Organismus einen Einfluß ausüben und in allerlei organischen Substanzen gefunden werden, die man als Nahrungs- oder Heilmittel benutzt. Selbst bei den unorganischen Stoffen wissen wir fast nichts darüber, welche Veränderungen sie in dem Organismus hervorbringen, ungeachtet alle, welche nicht als normale Bestandtheile des Organismus bekannt sind, in größerem oder geringerem Maaße stark sprechende Lebenserscheinungen zu Wege bringen. Man weiß sie inzwischen zu finden und bei den Meisten selbst die kleinsten Mengen nachzuweisen.

Nicht so glücklich ist man in Bezug auf viele normale Blutbestandtheile, die man zwar vermuthen, sogar mit großer Wahrscheinlichkeit als anwesend betrachten kann, aber deren Gegenwart im Blut noch auf keine Weise hat nachgewiesen werden können. Außer Fibrin, Albumin, Globulin, Hämatin — Casein vielleicht — außer den zwei Oxyproteinen, Milchsäure, Cholesterin, Harnstoff, Zucker, Dextrin — auch Amylum sofern es im ungelösten Zustande genossen ist — verseiften und unverseiften Fetten und unbestimmten extractartigen Stoffen — kennt man

fast keine andere organische Stoffe im Blut und beschränkt sich unsere Kenntniß auf Phosphate, Sulphate, Carbonate, Chlorüre und Kieselsäure, auf unorganische Bestandtheile. In krankhaften Zuständen findet man mehr darin; z. B. bei Icterus, bei gehinderter Gallenauslassung, Gallenbestandtheile. Und doch muß man Creatin, Creatinin, Inosinsäure, Leimzucker, †) Leuzin, Hippursäure darin finden.

Die organischen Säuren, welche genossen werden, wie Essigsäure, Weinsäure, Citronensäure, haben im Blut nur ein sehr vergängliches Bestehen. Nach den Versuchen von Wöhler (s. Urin) scheinen sie sehr schnell zersetzt zu werden. Beim Genuß großer Mengen dieser Säuren, seien sie im freien Zustande oder an Basen gebunden, findet man sie indeß im freien Zustande im Urin; deshalb sind sie auch im Blut anwesend. — Aber ich weiß nicht daß jemand sie darin gesucht hat.

Der Extractivstoff (Seifenstoff Scheele's), welcher in allen Pflanzen vorhanden ist, muß nach dem Genuß von Pflanzennahrung im Blut vorkommen, und ebenso die Harze und ätherischen Oele, die im Pflanzenreich angetroffen werden. Nach dem Genuß von Kaffee oder Thee geht Thein in das Blut über, welchem Lehmann ††) mit Recht Ernährungsvermögen abgesprochen hat.

---

†) Wenn man nach der daraus S. 1107 angegebenen Weise Blut bis 70° erwärmt, dann das Serum filtrirt, mit einigen Tropfen Salzsäure vollkommen sättigt, erwärmt und auf's Neue durch Papier filtrirt, dann Alkohol hinzufügt und den Niederschlag von Oxyprotein absondert; ferner die durchgelaufene Flüssigkeit mit Kupferoxyd digerirt, so bekommt man keine blaue Flüssigkeit, wie man sie bei Gegenwart von Leimzucker bekommen sollte. Wenigstens habe ich diesen Versuch mehrmals angestellt, ohne an der Flüssigkeit eine Farben-Veränderung wahrzunehmen. Ist daher ungebundener Leimzucker — er kann sehr wohl gebunden sein — im Blut vorhanden, so ist seine Menge doch äußerst gering. — Die Anwesenheit von Leimzucker als zusammensetzende Gruppe der Galle, von Leimzucker, welcher durch Alkalien und Säuren aus Protein-Verbindungen erhalten wird, scheint man jedoch im Blut erwarten zu müssen.

Beedell u. Dollfuß haben neuerdings ihrer Angabe noch Hippursäure im Blut von Kühen gefunden. Compt rend. 1849, Nr 26.

††) Lehrb. der physiol. Chem., 1850, Bd 1.

Endlich iſt es unzweifelhaft, daß Glycerin im Blut vorkommen muß, aber auch dieſes iſt noch nicht nachgewieſen; daß nach Genuß von Leim dieſer im Blut angetroffen werden muß ꝛc.

Ueber die Gaſe, welche im Blut aufgelöſt ſind, ſprechen wir beim Athmen.

Salze des Bluts. Das Serum des Bluts reagirt ſtets alkaliſch, ſowie Rouelle es ſchon 1776 angegeben hat; dieſe Reaction rührt von Alkalien her, die nimmer aufhören, ihre alkaliſche Reaction zu zeigen, ſelbſt wenn ſie ganz und gar zu Bicarbonaten geſättigt ſind; die Bicarbonate von Kali und Natron reagiren immer ſchwach alkaliſch, auch wenn man durch ihre Auflöſung einen Strom von Kohlenſäuregas geleitet hat.

Nach Andral*) iſt das Blutſerum unter allen Flüſſigkeiten des thieriſchen Körpers die am meiſten alkaliſche. Dieſe Reaction zeigt bei verſchiedenen Krankheitsformen oder verſchiedener Dauer der Krankheit keine Verſchiedenheit. Man behauptet, daß bei Verminderung des Fibringehalts die alkaliſche Reaction ſtärker wird; er glaubt, daß dies noch unbewieſen iſt.

Man meint ferner, daß bei Diabetes mellitus die alkaliſche Reaction minder ſtark ſei; er hält aber auch dies für nicht bewieſen. Er bezweifelt dann auch den Fall, den Scherer anführt, daß das Blut einer Frau, die an metro-peritonicis litt, neutral gefunden wurde. Viel weniger hat er jemals bei lebenden Weſen ſauer reagirendes Blut geſehen**).

Die alkaliſche Reaction des Bluts verdient eine nähere Erklärung. Beim Ausathmen wird Kohlenſäure aus dem Blut ausgetrieben. Wie kommt es, daß kein zweifach-kohlenſaures Alkali entſteht, ſo daß das Blut aufhört, alkaliſch zu ſein; wie

*) Ann. de chim et de phys 3 Ser T. 24 p. 116

**) Die Flüſſigkeiten, welche aus dem Blute entſtehen, ſind entweder alkaliſch oder ſauer, man muß hier wohl unterſcheiden, ob nicht mehr als eine einzige vorkommt, ſowie bei der Hautausdünſtung; der Schweiß iſt ſauer, aber die materies sebacea iſt alkaliſch. Gemengt können ſie neutral werden ſowie in der Naſe und der Achſelhöhle bei einigen Menſchen

kommt es, daß es nicht neutral, ja selbst sauer wird von der Kohlensäure, welche stets im Ueberfluß damit in Berührung ist? Die Antwort hierauf ist: selbst durch Kohlensäure im Ueberfluß kann kohlensaures Kali oder Natron keine saure Reaction bekommen.

Tiedemann und Gmelin hatten bereits vor langer Zeit angegeben, daß das Blut mehr Kohlensäure von sich giebt, wenn es, mit Essigsäure gemischt, in den luftleeren Raum gebracht wird, als wenn dies ohne Essigsäure geschieht. Sie schlossen daraus, daß das Blut sowohl kohlensaure Salze als freie Kohlensäure enthalte; bei venösem Blut fanden sie unter diesen Umständen größere Verschiedenheiten, wie bei arteriellem. Es blieb jedoch noch ein Zweifel übrig, ob aus diesem Versuche auf die Anwesenheit von kohlensauren Salzen geschlossen werden könne, weil das Blut in jedem Fall Kohlensäure als Gas aufgelöst enthält und die Löslichkeit dieses Gases bei Gegenwart von Essigsäure im Blut wohl geringer sein könnte, als wenn diese Säure nicht vorhanden ist. — Ein anderer von ihnen angestellter Versuch führte auf folgende Weise zu einem verschiedenen Gehalt an Kohlensäure für venöses und arterielles Blut. Sie vermischten venöses und arterielles Blut, jedes für sich, in einer Retorte mit Essigsäure, erwärmten im Wasserbade und fingen die entweichende Kohlensäure in Barytwasser auf. 100 Th. venöses Blut lieferten so 0,123 Th. Kohlensäure und 100 Th. arterielles Blut 0,083 Th. Aber auch hier konnte ein Theil von der freien Kohlensäure herstammen und war also für die Kohlensäure der Carbonate nichts bewiesen.

Darauf führte v. Enschut auf eine bessere Weise einen Versuch aus*). Er schüttelte Blut mit Wasserstoffgas in einer Flasche und fügte vorher Essigsäure hinzu. Nachdem die Flasche unter Quecksilber geöffnet war, trat Gas aus derselben mit

*) In Dissert. de respirationis chemismo Tr. ad Rh., 1836, pag. 133.

Gewalt heraus; das Volumen des Waſſerſtoffs hatte ſich alſo vergrößert; es war Kohlenſäure im venöſen Blut, ungefähr das Doppelte von dem im arteriellen. Fügte er keine Eſſigſäure hinzu, ſo bekam er kaum $^1/_{14}$ der Kohlenſäure, die Eſſigſäure entwickelte.

Dieſe Verſuche werden in dem Sinn erklärt, daß kohlenſaures Kali und kohlenſaures Natron im Blut anweſend ſind. Für eine kurze Zeit mußte die Wahrheit, daß kohlenſaure Salze, welche es auch ſeien, im Blut vorhanden ſind, der Wiſſenſchaft genommen werden, um ihr alsbald zurückgegeben zu werden, nämlich:

Nach Enderlin*) ſind keine kohlenſaure Alkalien im Blut, ſondern die Salze des Bluts ſind Kochſalz und vor allen phosphorſaures Natron:

($P_2 O_5$, 3 Na O und $P_2 O_5$, 2 Na O, H_2 O)

Durch eins von dieſen beiden Salzen, vorzüglich durch das erſtere, ſoll das Albumin im Blut aufgelöſt erhalten werden; auch phosphorſaurer Kalk und phosphorſaures Eiſenoxyd ſollen dadurch leicht aufgelöſt werden, ſo daß keine Säuren bei der Speiſeverarbeitung hinzugezogen zu werden brauchen, um die Auflöslichkeit dieſer Phosphate zu erklären.

Nach Enderlin ſind es vor allen dieſe vier Salze, phosphorſaures Natron, phosphorſaurer Kalk, phosphorſaures Eiſen und Chlornatrium, welche unter den Blutſalzen Wichtigkeit haben; ſchwefelſaures Kali, Chlorkalium und andere ſind nach ihm nicht weſentlich. Das Chlorkalium kann nach ihm das Chlornatrium in der Nahrung vertreten, ebenſo die phosphorſaure Talkerde den phosphorſauren Kalk und das ſchwefelſaure Kali das ſchwefelſaure Natron. Es ſind keine milchſaure, keine fettſaure, keine Ammoniakſalze im Blut, eben ſo wie man keine kohlenſaure Salze darin findet; findet man ſie, ſo iſt Krankheit vorhanden und es iſt dies nach ihm ein Fall von

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 49, S 317 u Bd. 50, S 53

größtem Belang. Er findet ferner schwefelsauren Kalk im Blut. — In 100 Th. Asche von Menschenblut findet Enderlin:

In Wasser löslich:	Dreibasisch phosphors. Natron	22,100
	Chlornatrium	54,796
	Chlorkalium	4,416
	Schwefels. Natron	2,461
In Wasser unlöslich:	Phosphors. Kalk	3,636
	" Talkerde . . .	0,769
	Eisenoxyd, gemengt mit etwas phosphors. Eisen . . .	10,770

In Ochsenblut fand er in 100 Th. der Asche:

		I.	II.
In Wasser löslich:	Dreibasisch phosphors. Natron	16,769	18,165
	Chlornatrium	59,340	64,730 †)
	Chlorkalium	6,120	
	Schwefels. Natron	3,855	4,150
In Wasser unlöslich:	Phosphors. Kalk- u. Talkerde	4,190	11,130
	Eisenoxyd und phosphorsaur. Eisen	8,277	
	Schwefels. Kalk	1,499	1,825

Wenn man diese Resultate Enderlins übersieht, kann man sich eine Idee von dem großen Vorurtheil machen, womit man solche Resultate suchen und finden konnte. Enderlin mußte auch auf diese Resultate zurückkommen, und berichtet später††), daß alles das, was er früher hat schreiben müssen, unwahr sei. Diese Berichtigung war eigentlich überflüssig, denn das, was Enderlin mitgetheilt hatte, glaubte Niemand, der einige Kenntniß von dem Blut hatte; es hat inzwischen doch die Widerlegung von Golding und Bird, von Erdmann und von Rose zur Folge gehabt, und es ging hier, wie es oft der Fall ist, daß unsere Kenntnisse aus-

†) Hierbei ist auch in II Chlorkalium begriffen. I und II. sind von verschiedenen Kühen.

††) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 67. S. 304.

gebreiteter werden, wenn Andere eine Unwahrheit aus der Wissenschaft zu entfernen suchen †). In der That, wenn man bedenkt, zuerst, daß Schwefel in allen Proteinverbindungen des Bluts vorkommt, daß Phosphor angetroffen wird, daß harnsaure oder hippursaure Salze und andere organische Körper mit Alkalien vereint, z. B. Seifen, darin angetroffen werden, daß kohlensaure Salze im Urin vorkommen, dann kann Niemand daran zweifeln, daß die Zusammensetzung der Salze des Bluts eine ganz andere sein muß, als Enderlin angegeben hat. Durch die Verbrennung muß hier — gerade wie bei den Proteinverbindungen der Pflanzen — eine große Veränderung durch das Verbrennen zu Asche hervorgebracht werden, gerade wegen des Schwefels und des Phosphors, so daß unsere Kenntniß hierin vorher wie jetzt beschränkt ist und fürs Erste beschränkt bleiben wird.

Der Phosphor und Schwefel werden, wenn die Blutmasse auf verschiedene Weise verbrannt wird, verschiedene Verbindungen hinterlassen.

Es existirt ein Oxysulfuret des Kalks, welches im Wasser unauflöslich ist. Dieser Körper muß aus dem Schwefel und dem kohlensauren Kalke in der kohligen Masse des bei niedriger Temperatur verbrannten Blutes entstehen. Von dem Phosphor kennen wir solche Verbindungen noch nicht, aber Rose hat unlängst gleichwohl auf andere unlösbare Salze

†) Ueber die Anwesenheit der kohlensauren Alkalien im Blute, hat Marchand mitgetheilt[1]), daß, als er Blut erwärmte und die ausgetriebene Luft in Barytwasser leitete, kein kohlensaurer Baryt gefällt wurde, welches der Erfahrung von Tiedemann und Gmelin (pag. 1168) widerspricht — jedoch wohl, wenn er darauf Schwefelsäure zum Blut goß.

Liebig, der Blut durch Kochen coagulirte, dann mit der doppelten Menge Wasser mischte, durch Filtriren das Coagulum absonderte und durch Säure Kohlensäure zu entwickeln suchte[2]), konnte auf diese Weise keine Kohlensäure finden.

Nach Lehmann[3]) enthält Kalbsblut im Mittel 0,06759 % gebundene Kohlensäure, außerdem freie, welche als Gas daraus entwickelt werden kann.

[1]) Journ. für pr. Chemie. Bd. 37 S. 321.

[2]) Ann. der Ch. und Ph. Bd. 57. S. 126.

[3]) Journ. für pr. Chemie. Bd. 40. S. 133.

hingewiesen, die aus den phosphorsauren Alkalien, dem phosphorsauren Kalke u. s. w. gebildet werden.

Es genügt, daß am Ende von dem Phosphor und Schwefel Phosphorsäure und Schwefelsäure entstehen werden, und daß durch diese beiden Säuren, die neu gebildet sind und ursprünglich in dem Blute nicht vorhanden waren, eine ansehnliche Menge der kohlensauren Salze — sei es von Anfang bestehende, oder durch die Verbrennung von organischen Kali- oder Natronsalzen gebildete — während der Verbrennung von Kohlensäure befreit und in phosphorsaure und schwefelsaure Salze verwandelt werden müssen. Alle Schwefelsäure und Phosphorsäure, welche man in der Blutasche findet, rührt folglich nicht von den schwefelsauren und phosphorsauren Salzen des Bluts her, sondern ein großer Theil entsteht aus dem Schwefel und Phosphor der Proteinverbindungen. Daß die Phosphorsäure bei der Verbrennung Pyrophosphorsäure bilden muß, braucht nicht gesagt zu werden.

Ist die Menge der gebildeten Phosphorsäure und Schwefelsäure groß, dann kann, dann muß Chlor aus den Chlorüren ausgetrieben werden, und die Zusammensetzung der Asche ist dann nicht mehr ein Ausdruck für die Menge Chlor, die ursprünglich in dem Blute vorkam. Die Phosphorsäure soll sogar, wenn sie die Oberhand hat, Schwefelsäure austreiben, und die Asche wird folglich weder die Menge des Schwefels, noch die Menge der Schwefelsäure anzeigen, die ursprünglich in dem Blute vorhanden sind. Am deutlichsten ist dieses in den letzten Analysen von Enderlin, wodurch er seine früheren zurücknimmt.*) Im Hühnerblut findet er 0,0 und 1,51% Schwefelsäure in der Asche. — 0,0 Schwefelsäure sollen nun beweisen, daß sowohl keine schwefelsauren Salze vorhanden gewesen waren, als auch daß durchaus kein Schwe-

*) Ann. Bd. 67.

fel oxydirt worden ist. Aber in dem Blut eines andern Huhns findet er 1,51% Schwefelsäure. Woher dieser Unterschied?

In der ersten Asche fand er 17,36, in der andern 11,74% Phosphorsäure — nach Abzug derjenigen, welche zur Bildung der phosphorsauren Salze des Eisenoxyds, Kalks und der Magnesia nöthig waren. — Diese Phosphorsäure hatte folglich alle Schwefelsäure ausgetrieben.

Ein zweites Beispiel mag dieses bestätigen. Enderlin fand in der Asche des Bluts einer Gans — wiederum nach Abzug des phosphorsauren Eisenoxyds —

Schwefelsäure —	1,10	0,32
Phosphorsäure —	22,66	30,94

Bei einer größeren Menge Phosphorsäure ist wiederum weniger Schwefelsäure im Blute derselben Thierart.

Dieses mag genügen, um zu zeigen, daß auch diese letztern Resultate Enderlin's für die Wissenschaft keinen Werth haben. Ich würde mich nicht so lange hiebei aufgehalten haben, wenn diese Fehler nicht so allgemein begangen würden, und es deshalb nöthig ist, davor zu warnen. Wir kennen die anorganischen Bestandtheile des Blutes nicht. Es mag nicht überflüssig sein, Folgendes hier anzufügen.

Ich nehme als Beispiel die Blutanalyse eines Jagdhundes von Denis (Recherches sur le sang p. 253), worin 2,5 und 2,4 Fibrin und 57,0 und 58,6 Albumin in 1000 Theilen arteriellen und venösen Bluts gefunden sind und lasse die Blutkörperchen hier außer Rechnung, weil, wie wahrscheinlich es auch ist, daß sie ebenfalls Phosphor enthalten, es von ihnen noch nicht bewiesen ist. In dem getrockneten Fibrin und Albumin kommen nun 0,35 % Phosphor vor. Nehmen wir nun 70 Theile Fibrin und Albumin in 1000 Theilen Blut an, so haben wir in den 1000 Theilen Blut 0,245 Phosphor; das ist 1,28 Theile dreibasisches phosphorsaures Natron. Nehmen wir jetzt Lecanu's Bestimmung (Berzelius Lehrbuch Bd. 9, S. 99) von den in Wasser auflösbaren

Salzen des Blutes, wonach in 1000 Theilen 8 Theile sind, und stellen wir daneben, daß in 84 Theilen der auflöslichen Salze der Blutasche von Enderlin 22 Theile dreibasisch phosphorsaures Natron gefunden sind, so müssen in den 8 Theilen der löslichen Salze 2 Theile dreibasisches phosphorsaures Natron vorkommen. Also nach der Phosphorbestimmung des Fibrins und Albumins müssen 1,28 Theile dreibasisch phosphorsaures Natron in 1000 Theilen Blut sein, während Enderlin in dem Ganzen nur 2 Theile gefunden hat. Folglich kann beinahe die Hälfte dieser Phosphorsäure von dem Phosphor abstammen.

Daraus folgt also, daß Enderlin's Bestimmung unmöglich gut gewesen sein kann, weil im Fibrin und Albumin ein Uebermaß von Phosphor ist, welcher bei der Verbrennung des Blutes das kohlensaure Natron oder Kali und die im Blut vorhandenen organischen Salze, in phosphorsaures Natron umwandelt.

Dieselben Schlüsse finden auch Anwendung auf die Aschenanalysen von Pflanzen. Die Pflanzen enthalten ebenfalls Proteinverbindungen, in welchen zuweilen Phosphor vorkommt. Bei der Verbrennung der Pflanzen bildet dieser Phosphor phosphorsaure Salze, welche deshalb nicht alle als solche in den Pflanzen vorhanden waren.

Alle Gründe sind daher noch vorhanden, organische Salze im Blute für möglich zu halten und als sicher anzunehmen, daß entweder freie Alkalien oder kohlensaure Alkalien oder alkalische Salze mit organischen Säuren in dem Blute sein müssen, da die Blutasche alkalisch reagirt; es ist auch eine große Menge Phosphor darin, der, keine Basis findend, womit er sich verbinden könnte, eine saure Asche hinterlassen muß, welche Phosphorsäure enthält.

Die andern Gründe für die Anwesenheit von Alkalien und organische Säuren enthaltenden Salzen in dem Blute sind zunächst, daß in vielen Speisen aus dem Pflanzenreich orga-

nische Salze vorkommen, Salze, die als kohlensaure Salze fast alle im Urin gefunden werden (siehe Urin) z. B. äpfelsaures, citronensaures Kali. Ehe nun diese Salze als kohlensaure Salze in den Urin gekommen sind, sind sie als kohlensaure Salze, oder als Kohlensäure und Alkalien in dem arteriellen Blut, und ehe sie als kohlensaure Salze in dem arteriellen Blut gewesen sein können, waren sie als Salze mit organischen Säuren in dem venösen Blut enthalten. Dazu fügen sich noch die kohlensauren Salze des gewöhnlichen Wassers u. s. w., welches zum Trinken benutzt wird, wodurch eine Quelle von kohlensauren Salzen für das Blut zu Stande kommt, die bedeutend ist.

Endlich wird in der Galle eine so große Menge von Alkalien gefunden, die nicht mit Phosphorsäure verbunden ist, daß, bei Anwesenheit von dreibasischem phosphorsauren Natron in dem Blut, das Alkali dazu nicht geliefert werden könnte. Das Alkali kann allein von kohlensauren oder von organischen Alkaliverbindungen genommen sein, und diese entweder von den kohlensauren Salzen der Speisen oder Getränke oder von den Salzen der Alkalien mit organischen Säuren, die in der Nahrung vorkommen.

Nachdem diese Gründe angeführt sind, halten wir uns für berechtigt, organische Salze der Alkalien in dem Blute für möglich zu halten.

Durch die Resultate von Enderlin war das, was man von den kohlensauren Salzen des Blutes zu wissen meinte, von Vielen wieder bezweifelt, und die Sache wurde von Neuem untersucht. Die folgenden Untersuchungen haben die Wahrheit wieder in ihr rechtes Licht gestellt. Ich beschränke mich hier vorzüglich auf die Resultate der Analysen von Blutasche, weil das Vorhandensein der kohlensauren Salze als solche im Blute erst bei der Hauptabhandlung über das Athmen gründlich behandelt werden kann.

So schwierig es ist, wie aus dem oben Mitgetheilten her-

vorgeht, zu der Kenntniß der kohlensaureu Salze als solche im Blute zu gelangen, so große Schwierigkeiten macht es, in der Blutasche Kohlensäure zu finden. Bei der Verbrennung des Bluts fand Enderlin in der Blutasche

$$O_5\ P_2,\ 3\ Na\ O$$

und schloß daraus, daß keine kohlensaureu Salze im Blut vorkommen können.

Zur Befestigung der Meinung gleichwohl, daß das phosphorsaure Natron des Bluts oder der Blutasche Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien austreiben kann, daß deshalb die Abwesenheit der Kohlensäure in der Blutasche kein Beweis gegen die Anwesenheit der kohlensauren Alkalien oder auch wohl der organischen Alkalisalze im Blute ist, hat Golding Bird [1]) 9 Theile phosphorsaures Natron und 4 Theile essigsaures Natron, beide wasserfrei, 1/4 Stunde geglüht und bekam ein Salz, das — wie zu erwarten war — mit Säure nicht aufbrauste. Dadurch wurde schon das Resultat von Enderlin vollkommeu widerlegt. Moleschott hat diesen Punkt näher beleuchtet. [2]) Er hat aus Blutasche sehr deutlich Kohleusäure sich entwickeln sehen, und ich selbst habe es oftmals beobachtet, so daß ich selbst nicht den geringsten Zweifel darüber hege. Man nehme aber nicht zu viel Wasser, womit die gut und frisch gebrannte Asche befeuchtet wird, um alle eingemengte Luft auszutreiben, und gieße dann Salzsäure darauf. Wenn Enderlin unter diesen Umständen kein Aufbrausen sieht, dann sieht er Nichts. Das Thatsächliche, worauf die Anwesenheit von $O_5\ P_2$, 3 Na O in der Blutasche beruhen und keine kohlensaure Salze darin angetroffen werden sollen, ist also durch den einfachsten Versuch zu widerlegen. Aber weit entfernt, alle die kohlensauren Salze, welche ursprünglich im Blute gewesen, oder durch Verbrennung der organischen Säuren, mit

[1]) Holländische Beiträge, 1846, S. 167.

[2]) Phil. Mag. Bd. 26, S. 532.

Basen verbunden, entstanden sind, in der Asche erkennen zu können, ist in derselben durch die Bildung von Phosphorsäure und Schwefelsäure während der Verbrennung viele Kohlensäure ausgetrieben, und die Blutasche repräsentirt durchaus nicht die Blutbestandtheile, welche wir gewohnt sind, anorganische zu nennen. Endlich ist durch die Versuche von Moleschott bewiesen worden, daß keineswegs, wie Enderlin behauptet hat, $P_2 O_5$, 2 Na O, H_2 O Kohlensäure chemisch aufnimmt, sondern nur in der Lösung absorbirt, so wie Wasser es thut. Eine wäßrige Lösung dieses phosphorsauren Salzes, mit Kohlensäure gesättigt, verliert diese Kohlensäure wieder vollständig unter der Luftpumpe, ohne eine Spur zurückzuhalten. Was Enderlin von der Verrichtung des phosphorsauren Salzes, dessen Zusammensetzung P O_5, 3 Na O ist, gesagt hat, Kohlensäure in dem venösen Blut aufzunehmen, kann also als abgemacht angesehen werden, da solch ein 3 Aeq. Natron enthaltendes Salz im Blute nicht vorkommt, sondern bei der Verbrennung erst gebildet wird. Aber nimmt man auch an, daß es im Blut gefunden wird, dann muß die Kohlensäure $P_2 O_5$, c Na O, H_2 O und C O_2, Na O daraus bilden, denn es kommt sowohl im arteriellen Blut, als auch im venösen Blut, Kohlensäure vor, die nicht mit Kali oder Natron zu C O_2, K O oder C O_2, Na O verbunden ist.

Kieselsäure ist im Blut von Millon, Enderlin, Gorup-Besanez und anderen gefunden worden. Vor Allen hat Gorup-Besanez die Kieselsäure aufgefunden. [1]) Van Laer hat die Kieselsäure bereits in den Haaren entdeckt [2]), so daß sie also im Menschenblut vorkommen muß. Aus den Vogelfedern hat Gorup sie in einer Reihe von Untersuchungen erhalten und zwar in 100 Theilen Asche von 9 bis zu 65 Thei-

---

[1]) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 65, S. 321

[2]) Scheik. Onderz. Deel I. p. 196

len als Aeußerstes bei verschiedenen Vögeln. Bei Wasservögeln fand er weniger, bei körnerfressenden fand er mehr, bei ältern Vögeln mehr, als bei jüngern. Gorup giebt noch die Menge Kieselsäure an, welche in Haaren von verschiedenen Thieren gefunden, als Kaninchen, Kühen, Pferden u. s. w, auch vom Menschen. In 100 Theilen Asche fand er als Aeußerstes bei verschiedenen Thieren von 8,1 bis 14,6.

Zwischen Millon und Melsens ist ein Streit über die Anwesenheit von Metallen — Eisen und Mangan ausgenommen — in dem Blut des Menschen gewesen. [1]) Millon behauptet, daß immer Kupfer und Blei im Blut vorkommen und wahrscheinlich in den Blutkörpern; Melsens leugnet dieses bestimmt. Gorup-Besanez [2]) giebt an, Kupfer in der Menschengalle gefunden zu haben. Da die Möglichkeit vorhanden ist, daß im Menschenblut dann und wann Kupfer oder andere Metalle vorkommen, durch den vielfältigen Gebrauch von kupfernen Gefäßen zur Speisebereitung, so hat die Behauptung von Millon viel für sich; er hat auch durch spätere Versuche auf's Neue Kupfer und Blei im Blute aufgefunden, durch einfache Verbrennung des Bluts in einer Platinschale und Auslaugen der Asche mit Salzsäure mittelst H_2S [3]), und Deschamps hat dieses noch genauer bestätigt. [4])

Als Beispiel der Zusammensetzung der Blutasche, wie sehr darauf die Bemerkungen passen, die pag. 1120 mitgetheilt sind, will ich die anführen, welche Rose vom Ochsenblut angegeben hat [5]).

---

[1]) Millon in Compt rendus Tom 26, p. 41; Melsens in Ann de Ch et de Phys. Tom 23, p. 358. 3e Série.

[2]) Repertorium für die Pharmacie Bd 42, S. 115.

[3]) Ann. de Ch. et de Ph. 3e. Série. Tom 23 p. 372, 508. Tom 24 p. 255.

[4]) Journ. de Pharm et de Chimie. 3e Série. Tom 13, p. 88 und Tom 14 p. 410.

[5]) Journ. für pr Chemie 1849 No 17 S. 50.

		Sauerstoff.		
Kochsalz	36,16			
Natron	27,08	—	6,92	10,58
Kali	10,66	—	1,80	
Kalk	1,77	—	0,49	
Magnesia	0,73	—	0,28	
Eisenoxyd	6,84	—	1,09	
Phosphorsäure . . .	7,21	—	4,03	10,62
Schwefelsäure	0,42	—	0,25	
Kohlensäure	7,94	—	5,73	
Kieselsäure	1,19	—	0,61	

Obgleich wir Alles, was durch oder unter dem Einfluß von Rose der Chemie geliefert wird, sehr hoch schätzen, können wir gleichwohl nicht verkennen, daß diese Uebereinstimmung der Menge des Sauerstoffs in den Basen und Säuren nichts Anderes beweist, als daß — nach Verbrennung des Bluts — so viel von den Säuren überbleibt, als in Basen vorhanden ist; es ist also ein Bild der Verbrennungs-Ueberbleibsel, nicht der Blutbestandtheile. Die Kohlensäure ist hier ohne Zweifel größtentheils von den Albuminaten u. s. w. entstanden.

Nahrungsflüssigkeit. Wir haben in der Einleitung zu der analytischen Kenntniß des Blutes p. 1053 gesehen, daß die Nahrungsflüssigkeit bei den höheren Thierklassen aus dem Blute entsteht und daß bei den allerniedrigsten Thierformen Blut und Nahrungsflüssigkeit mehr und mehr und endlich ganz zusammenfallen. Es wird nöthig sein, noch besonders bei der Nahrungsflüssigkeit der höheren Thiere still zu stehen, ebenso bei der Flüssigkeit, welche aus dem Capillarsystem durch Endosmose ausgetreten in die verschiedenen Gewebe eingedrungen ist und dort zur Unterhaltung der Gewebe Gelegenheit bietet. Aber leider ist unsre Kenntniß davon höchst unvollkommen und wird wohl, wenn wir von der Kenntniß sprechen, die auf chemischen Analysen beruht, unvollkommen bleiben.

Der Grund hiervon ist folgender: Alle Gewebe von eini-

ger Ausbreitung ſind mit Capillargefäßen durchwebt; wie ſollen wir die Flüſſigkeit, die außerhalb der Capillargefäße iſt, in einer zur Unterſuchung hinlänglichen Menge ſammeln, ohne den Inhalt der Capillargefäße, das Blut, dazwiſchen einzumengen? Wir ſehen die Unmöglichkeit davon ein. Ueberdieß iſt die Nahrungsflüſſigkeit für jedes größere Gewebe — Muskelgewebe, Sehnengewebe, Bandgewebe u. ſ. w. — ſehr wahrſcheinlich verſchieden, denn die in das Capillarſyſtem der Blut- und Lymphgefäße eintretenden Ausleerungsproducte der Gewebe ſind verſchieden und die austretende Flüſſigkeit aus den Capillargefäßen wird folglich wohl nicht in jedem von dieſen größeren Gefäßen dieſelbe ſein.

Wir müſſen bekennen, daß die Wiſſenſchaft hierüber faſt Nichts beſitzt. Von dem Muskelgewebe hat Berzelius*) inzwiſchen eine meiſterhafte Unterſuchung gegeben, wie ſehr auch die Nahrungsflüſſigkeit mit Blut gemengt war. Daraus iſt hervorgegangen, daß entweder Milchſäure im freien Zuſtande oder ein milchſaures Salz reichlich darin vorhanden ſein muß, ſo daß es ſauer reagirt. Die Milchſäure hat Berzelius dann außer allen Zweifel geſtellt, wie aus der angezogenen Stelle S. 573 genauer folgt. Ferner fand er Albumin, welches ſchon bei 50°, und alſo viel eher als Blutalbumin coagulirte, was indeſſen an der ſauren Reaction liegen kann, und ſah bei einem Verſuche an der Oberfläche der verdampfenden Flüſſigkeit eine Haut erſcheinen von einem ſchneeweißen, geſchmackloſen Stoffe, die er nicht genauer mit Sicherheit bezeichnete; ſtets fand er phosphorſauren Kalk und phosphorſaures Natron in bedeutender Menge, Chlorkalium und Chlornatrium. Ueber die Anweſenheit von ſchwefelſauren Salzen iſt Berzelius in Zweifel. Endlich fand er viele extractartige Körper, die er nicht näher bezeichnete, welche ich aber ſchon oben angeführt habe.

*) Lehrbuch Bd. 9. S. 571. 1840.

Chevreul hat vor vielen Jahren Kreatin darin gefunden und Wöhler dieses bestätigt [1]).

In der That, wenn man vorurtheilsfrei liest, was Berzelius über die mit Wasser ausgezogenen Bestandtheile der Muskelmasse vor vielen Jahren schon mitgetheilt hat, kann man in der letzten Arbeit von Liebig [2]) fast nichts Neues über die Kenntniß der Muskelflüssigkeit finden, um so weniger, da er alle extractartigen Stoffe mit Stillschweigen übergeht. Er konnte Pettenkofer's Analyse des Kreatins als Grundlage bei der Untersuchung dieser Stoffe benutzen, hätte dadurch stets die Sache vereinfacht, indem man bis auf 1 Aeq. Wasser das Richtige hat. Uebrigens will ich diese Untersuchung nicht verkleinern, obgleich ich ihr nicht so großen Werth zuerkenne, wie Diejenigen, welche die Arbeit von Berzelius darüber nicht gelesen haben. — Von dem Kreatin werde ich genauer beim Urin sprechen, weil es ein Ausscheidungsstoff ist.

Aber so vortrefflich auch die Arbeit von Berzelius über den wäßrigen Muskelauszug sein mag, so giebt sie uns nur eine Kenntniß von einem Gemenge der Nahrungsflüssigkeit mit Blut. Es bleibt daher noch zweifelhaft, was zum ersten und was zum zweiten gehört. Z. B. führt er an [3]), Harnstoff darin gefunden zu haben; gehört dieser nun zum Blute oder zur Nahrungsflüssigkeit? Von der Zersetzung des Muskelgewebes selbst kann dieser stammen, aber da er auch im Blut gefunden ist, ist es die Frage, ob er aus der Nahrungsflüssigkeit der Muskeln in das Blut übergegangen oder in das Blut durch die Zersetzung von andern Geweben gelangt ist.

Doch wenn wir auch die Nahrungsflüssigkeit des Muskelgewebes kennten, so würde dieses für die physiologische Chemie noch nicht genügend sein.

---

[1]) Lehrbuch S. 577.

[2]) Berz. Lehrb. ibid S. 599.

[3]) Ann der Chem und Pharm Bd 62 S 257.

Denn wie viele elementare Formen gehören nicht zum Muskelgewebe. Und dennoch, ſoll man von der Entſtehung der beiden Beſtandtheile, den Muskel-Primitivfaſern, und von dem zwiſchen ihnen gelegenen gut unterſcheidbaren dritten Stoffe (S. 630), von der Entſtehung des Sarcolemmas (S. 631), von dem überall zwiſchen den Muskeln eingewebten Bindegewebe und von den elaſtiſchen Faſern chemiſche Rechenſchaft ablegen — nicht der Capillargefäße des Blut- und Lymphgefäßſyſtems, der Nervenfaſern, des Fettes u. ſ. w., der Muskelmaſſe zu gedenken — ſo müßte man die Nahrungsflüſſigkeit, welche jedem beſonders zugehört, unterſuchen können, was unmöglich iſt, und unmöglich bleiben wird.

Dieſe Unmöglichkeit erſtreckt ſich auch auf jedes andere zuſammengeſetzte Gewebe und das, was uns alſo übrig bleibt, iſt, aus der Kenntniß, die wir von den Blutbeſtandtheilen im Allgemeinen haben, in Verbindung mit der Kenntniß von der Zuſammenſetzung der Elementargewebe, durch Annäherung zu beſtimmen, was dabei verändert wird, welches die Zerſetzung iſt, der das eine oder andere dabei ausgeſetzt iſt und auch, wie ich S. 1056 bemerkte, durch Deduction.

Es iſt klar, daß die Blutkörperchen nirgends das Capillargefäßſyſtem verlaſſen, ſondern darin eingeſchloſſen bleiben; daß dadurch das Austreten der Blutbeſtandtheile aus dem Capillarſyſtem ſich auf die im Blut *aufgelöſten* Stoffe beſchränkt. Und dieſe Stoffe ſind: Fibrin im auflöslichen Zuſtande und Albumin, die beiden Ory-Proteine, die extractartigen Stoffe, die organiſchen und anorganiſchen Salze, und alles dasjenige, was wir weiter oben aufgezählt haben. Treten dieſe alle aus dem Capillarſyſtem als Nahrungsflüſſigkeit? Die Erfahrung hat noch nichts darüber entſchieden, aber das können wir feſtſtellen, daß dasjenige, welches als Ausſcheidungsproduct des Gewebes einmal in den Blutlauf zurückgetreten iſt, wohl nicht mehr da heraustreten wird; daß alle anorganiſchen Salze, ſchwefelſaure, phosphorſaure, Chlorüre ſicher austreten können. Daß vielleicht

das Eiweiß, gewiß das aufgelöste Fibrin und Ory-Protein nach außen gehen; von dem letzten entsteht doch wahrscheinlich das Chondrin- und Binde-Gewebe, von dem ersten wahrscheinlich die Primitivfasern der Muskeln; von den Fetten ist es sicher, daß sie nach außen treten, aber ob sie es als Seifen thun, oder in dem Capillarsystem wieder neutrale Fette werden, um als solche in den Fettzellen abgelagert zu werden, das und noch viel mehr liegt noch ganz im Dunkeln.

Aus der Nahrungsflüssigkeit, sagen wir, entsteht die Lymphe, ihre Zusammensetzung wird in einiger Zeit Licht über den Nahrungssaft verbreiten können; was wir gegenwärtig davon wissen, ist nicht bedeutend; es mag genügen, die Resultate einiger Analysen mitgetheilt zu haben, die jedoch wahrscheinlich nicht die Hälfte der in der Lymphe vorhandenen Stoffe angeben. Daher will ich den Leser auch nur kurze Zeit hierbei aufhalten, gleichwohl verdiente sie mit der größten Aufmerksamkeit ausführlich untersucht zu werden.

Die Lymphe ist mehreremal untersucht worden, sie hat viele Aehnlichkeit mit dem Chylus, aber enthält viel weniger Fett.

Die beste Analyse, welche wir von der Lymphe besitzen, ist von Marchand und Colbey:

Wasser	96,926
Fibrin	0,520
Albumin	0,434
Osmazom und Verlust	0,312
Oelige Fette	1,544
Krystallisirte Fette	
Chlornatrium	
Chlorkalium	
Kohlensaure und milchsaure Alkalien	
Schwefelsaurer Kalk	
Phosphorsaurer Kalk	
	100,00.

Rees, der vergleichende Analysen von Chylus und Lymphe gegeben hat, fand†):

	Chylus.	Lymphe.
Wasser	90,237	96,536
Albumin	3,516	1,200
Fibrin	0,370	0,120
In Wasser und Alkohol auflösl. Extract . . .	0,332	1,310
In Wasser auflösl. Extract .	1,233	0,240
Fette	3,601	Spuren
Salze und Spuren von Eisenoxyd	0,711	0,585

Wenn wir die mitgetheilte Zusammensetzung der Lymphe für die richtige halten, wie unvollkommen sie dann auch nur bekannt ist, dann finden wir darin Alles, was zum Blute gehört, ausgenommen die Blutkörper.

Wozu dienen denn eigentlich die Blutkörper, da diese nicht aus dem Capillarsystem treten? Sie sind zum Theil Träger des Sauerstoffs, der in den Lungen aufgenommen und, wenn dort auch nicht allein, nicht unmittelbar in den Lungen, doch allmählich chemisch gebunden wird. Sie sind zum Theil die Träger der Kohlensäure des venösen Bluts (siehe Athmen). Der Versuch von Harles (S. 1080) stellt dies außer Zweifel. Mit Wahrscheinlichkeit kann angenommen werden, daß die Hüllen der Blutkörperchen bei ihrer Auflösung in Molecüle in Fibrin verwandelt werden, daß also die Blutkörper, wenn sie aufgelöst werden, Molecüle bilden, die sich beim Gerinnen des Bluts zu Fibrin verbinden; daß die Fibrintheilchen bei ihrer Zertheilung unter dem Einfluß des Sauerstoffs in den Lungen zum Theil verändert, dann durch die Arterien zu dem Capillarsystem geführt werden, zum Theil dort austreten und

†) Journ. für pr. Chemie. Bd. 23. S. 322.

Formbestandtheile entstehen, gleichwie aufgelöste Oxyproteine, welche letztere sicher ein Product des oxydirten Fibrins sind.

Der Eiweißstoff ist der Mutterstoff von Allem, er wird in den Pflanzen allgemein angetroffen und als Nahrungsmittel dem Menschen und den Thieren unter verschiedenen Formen angeboten; aus ihm müßten die Blutkörperchen entstehen.

Der erste und letzte Formbestandtheil des Bluts sind die Blutkörperchen; das Fibrin steht ihnen am nächsten. Die Veränderung der Blutkörperchen führt zu ihrer Auflösung und die Auflösung zu Fibrintheilchen, das ist zu solchen, die als formende — nicht als geformte — angesehen werden können, was um so wahrscheinlicher ist, da die Blutkörperchen sicher mit die Träger des Sauerstoffs sind, und also der Sauerstoff den größten Einfluß auf sie ausüben muß. Die Oxydation der Blutkörperchen, denn so kann sie genannt werden, ist gleichwohl eine solche, die durch Kohlensäure aufgehoben werden kann, welche Aufhebung im Capillarsystem vor sich geht. Oefter jedoch werden die Blutkörperchen aufgelöst. Geschieht diese Auflösung in dem ganzen Gefäßsystem? Es ist wahrscheinlich, daß sie im Capillarsystem unter dem Einfluß der Kohlensäure zu Stande kommt, weil die aufgelösten Theile der Blutkörperchen erst in den Lungen zu Fibrintheilchen oxydirt werden und in den Venen mit dem Eiweiß des Serums gemengt sind ohne dort das Vermögen zu Fibrin fest zu werden, erlangt zu haben.

Die Fibrintheilchen, in größerer Menge im Blut der Arterien als der Venen vorhanden, fließen zugleich mit den in den Lungen mit Sauerstoff durchdrungenen Blutkörperchen und mit dem im Blut als Gas aufgelösten Sauerstoff zum Capillarsystem hin, als eben so viele Quellen, die der austretenden Nahrungsflüssigkeit Sauerstoff bieten können.

Wir glauben diese Schlüsse aus den allgemeinen Resultaten, S. 1063 mitgetheilt, in Verbindung mit dem, was wir gegenwärtig von dem Athmungsproceß wissen, ableiten zu kön-

nen. Die Oxydation ist eine Hauptsache bei jedesmaliger Bildung von neuer Nahrungsflüssigkeit, die Aufnahme von Sauerstoff eine Hauptquelle des Stoffwechsels im thierischen Organismus. Es sind zum Theil die Blutkörperchen, die mit als Träger des aufgenommenen Sauerstoffs angesehen werden müssen, womit die endosmotisch in das Capillarsystem eintretende Nahrungsflüssigkeit geschwängert wird und aus der Einwirkung in dem Capillarsystem auf die Bestandtheile der eintretenden Nahrungsflüssigkeit mit die Kohlensäure entsteht, welche durch die Venen nach den Lungen zurückgeführt wird.

Diese Momente der Oxydation durch den in den Lungen eingeathmeten Sauerstoff werden wir in dem folgenden Hauptstücke näher betrachten.

Athmungsproceß.

Das Athmen ist im weitern Sinne die Verrichtung, wodurch die athmosphärische Luft auf die Bestandtheile des thierischen Körpers einwirkt und die gasförmigen Producte des Stoffwechsels, die daraus entstehen, wieder aus dem Körper ausführt.

Diese wichtige Verrichtung findet unter sehr verschiedenen Formen im Thierreiche statt. Unter der einfachsten Form bei den Insecten, wo die Luft in spiralförmigen Röhren den größten Theil des Körpers des Thiers durchdringen kann, um dort — ohne daß Athem geholt oder ausgestoßen wird — doch dieselben Veränderungen hervorzubringen, die bei dem Athmen im engern Sinne zu Stande kommen.

Bei den Kiemen führenden Thieren sind es büschelförmige Blutgefäße, womit die im Wasser aufgelöste Luft in Berührung kommt, und während bei der Anwesenheit von spiralförmigen Röhren bei den Insecten eine langsame Auswechselung von Luft, die durch Diffusion in die Röhren eingeführt und ausgeführt wird, stattfindet, ist es hier ein unmittelbares Austreiben von

Luft in das Wasser nach außen und ein Aufnehmen von Luft aus dem Wasser durch das Thier, welches im Wasser lebt.

Bei den Thieren mit Lungen ist das Phänomen im Wesentlichen dasselbe, wie bei den Insecten, aber es findet bei den erstern eine regelmäßige Ein- und Ausführung von Luft statt. Die Luftwege sind hier allein für die Ein- und Ausführung von Luft bestimmt, jedoch der Chemismus beim Athmen ist derselbe für das ganze Thierreich.

Der Chemismus besteht in der Zuführung von atmosphärischer Luft und in der Entfernung von Gasen, die aus dem Blut entwickelt werden; in der Zuführung lediglich des Sauerstoffs, denn wir wissen gegenwärtig fast mit Sicherheit, daß der Stickstoff nicht vom Blute aufgenommen wird und daß die Kohlensäure der Atmosphäre von keinem Einfluß ist. —

Es ist also der Einfluß des Sauerstoffs allein, worauf sich die Untersuchung beschränken kann, es ist der Sauerstoff, der, auf eigne Weise außerhalb des Speisekanals zugeführt, den Stoffwechsel der Bestandtheile des Körpers und der durch den Speisekanal eingeführten Stoffe, in Thätigkeit setzen muß.

Mit Recht hat man bei dem ersten Aufblühen der chemischen Wissenschaft die Aufmerksamkeit sogleich auf dieses wichtige Phänomen des thierischen Lebens gerichtet und die älteren Wahrnehmungen — daß beim Athmen dieselben Luftarten wie bei der Verbrennung organischer Stoffe gebildet werden — zu erklären getrachtet. Der unsterbliche Lavoisier befestigte für eine Zeit lang in der Wissenschaft die Vergleichung des Athmens mit der Verbrennung, und jetzt noch faßt man oft das Athmen in dem Sinne einer Verbrennungs-Erscheinung auf, welches darum gleichwohl unrichtig ist, weil die Lungen — oder in andern Fällen die Stellen, wo Sauerstoff und organische Stoffe zuerst in Berührung kommen — die Oerter, wo der Stoffwechsel stattfindet, nicht ausschließlich, selbst nicht vorzugsweise sind.

Zu Anfange meinte man, besonders nach dem Vorgange

von Laplace und Lavoisier, daß der Sauerstoff der Luft sich mit dem Kohlenstoff des Bluts verbindet; daß in dem venösen Blut mehr Kohlenstoff vorhanden und dieses dadurch schwärzlich ist; — daß das venöse Blut in den Lungen Kohlenstoff verliert und roth wird, sich in arterielles Blut verändert unter Austreibung von Kohlensäure, von welcher man behauptete, daß die ausgeathmete Menge im Maaße eben so viel betrüge, wie die des eingeathmeten Sauerstoffs, ferner, daß der Stickstoff der Luft keine Veränderung der Menge nach erlitt und beim Athmen also nicht nur von keinem Nutzen wäre, sondern daß er sich auch nicht der Menge nach vermehre und folglich kein Stickstoff ausgeathmet werde, daß kein Wasser beim Athmen gebildet wird und folglich das ganze Phänomen in einer Oxydation des Kohlenstoffs bestände. —

Die Leber, so meinte man früher — wäre ein anderes Kohlenstoff ausscheidendes Organ, weil das Blut der Pfortader von besonders dunkler Farbe ist; Lunge und Leber unterstützten also einander, um den Körper von dem Kohlenstoff, der so schwarz angeschrieben war, zu befreien. In der That, wenn man bedenkt, wie kurze Zeit verflossen, als man noch diesen Phantasiegebilden anhing, kann man sich nicht genug freuen über die richtigeren und besseren Begriffe, die gegenwärtig mit der Sicherheit angenommen werden können, welche man gerne der Wahrheit schenkt.

Lagrange ist der erste gewesen, der ausgesprochen hat, daß der Act des Athmens wohl physisch aber nicht chemisch durch die Lungen vollbracht wird; daß die Lungen nur der Ort für die Auswechselung von Gasen sind; daß der Sauerstoff der Luft in den Lungen durch das Blut aufgenommen wird, daß dieser Sauerstoff von dem Blute aufgelöst, langsam seine Wirkung ausübt, daß er beim Stoffwechsel gegen Kohlensäure ausgewechselt wird, welche, in dem venösen Blut aufgelöst seiend, am Ende durch die Lungen in die Atmosphäre entfernt wird.

Diese Darstellung, weiter ausgeführt und näher bestimmt, ist gegenwärtig noch diejenige, welche eine wahre Vorstellung vom Athmungsproceß giebt.

Wir wollen dieses Bild — zugleich mit der ausgedehnten Ansicht von dem ganzen Mechanismus der Respiration und allen ihren Eigenthümlichkeiten in verschiedenen Thierklassen — aus einem chemischen Gesichtspunkt betrachten und in Betreff desjenigen, was nicht zum Gebiet der physiologischen Chemie gehört, auf die Werke über Physiologie verweisen *).

Die Beschreibung von der Structur der Lunge sollte nach unserm Urtheil ganz und gar nicht außer unserm Gebiete liegen, aber da wir keine einzige Besonderheit selbst zu dem fügen können, was davon in der Wissenschaft schon aufgezeichnet ist, so verweisen wir auf dasjenige, was an dem Orte, an welchem man dieses behandelt, gefunden wird. —

Der Luftweg theilt sich bei den eigentlich athemholenden Thieren in zwei Enden, jeder wie ein langer Gang, sich stets mehr und mehr theilend, so daß zuletzt jedes äußerste Ende gegränzt ist von einer durch Zwischenwände getheilten Luftblase, die mit einem feinen Capillarnetz umsponnen ist **). Durch die Wände dieser Blasen und durch die daselbst befindlichen Capillargefäße muß die Kohlensäure und der Stickstoff aus dem Blute entweichen und Sauerstoff in das Blut eindringen.

Das Athmen im Zusammenhang mit der Luft.

Die Atmosphäre ist das Medium, in welchem das Athemholen bei den Thieren mit Lungen, die wir vorzüglich in Erwägung ziehen wollen, geschieht. In der freien Luft ist ihre

*) Der Artikel Respiration von Vierordt in Wagner's Handw. II. S. 828 umfaßt sehr viel von den neuesten Untersuchungen.

**) Siehe die Dissertationen von Adelani und Moleschott und die letzten Holländischen Beiträge, S. 1, 1846.

Zusammensetzung dieselbe, und enthält in 100 Theil. dem Maaße nach 20,9, dem Gewichte nach 23 Sauerstoff. — In einem abgeschlossenen Raume, worin Thiere leben, wird ihre Zusammensetzung verändert, so wie dieses aus guten Untersuchungen in den letzten Jahren bekannt geworden ist. Die Menge Sauerstoff nimmt ab und die Menge Kohlensäure nimmt zu. Vor allen war es Le Blanc, der dieses zuerst sicher festgestellt hat, und letztere Untersuchungen haben diesen Punkt in der That zu einem hohen Grade von Genauigkeit gebracht. Zuerst begnügte man sich mit der Kenntniß von der Veränderung der Menge Kohlensäure und Sauerstoff und hielt den Stickstoff für constant, weder vermindert, noch vermehrt werdend beim Athmen; aber auch dieser Punkt ist in einem andern Sinne entschieden, und endlich ist der Wassergehalt der Atmosphäre in Verbindung mit dem Athmen einer genauen Untersuchung unterworfen worden.

In der Auseinandersetzung des einen und andern können wir kurz sein, das historische, was größtentheils unbrauchbar ist, können wir ruhen lassen und uns beschränken, solche Abhandlungen aufzuführen, die entweder zu der Feststellung der Regeln, die dabei zu bestehen scheinen, geleitet, oder die damit wenigstens einige Verbindung haben. Zuerst wollen wir von der Verminderung der Menge des Sauerstoffs beim Athmen und von der Vermehrung der Menge der Kohlensäure handeln; zweitens über die Vermehrung der Menge des Stickstoffs beim Ausathmen; drittens über die Menge des Wassers, die beim Ausathmen ausgetrieben wird; viertens über das Ausathmen anderer luftartiger Stoffe.

Verminderung des Sauerstoffs und Vermehrung der Kohlensäure beim Athmen.

In Bezug auf die Menge Kohlensäure, die beim Ausathmen frei und die Menge Sauerstoff, die dabei aufgenom-

men wird, hatte man bis vor wenigen Jahren ganz unrichtige Bestimmungen in der Wissenschaft aufgenommen. Man brachte die Thiere in verschlossene Räume und suchte die Veränderung der Luft zu erforschen, die durch das Athmen verursacht werde, brachte dadurch die Thiere in eine nicht naturgemäße Atmosphäre, wodurch allerlei Störungen beim Athmen entstehen mußten und wodurch also auch keine gute Resultate erhalten werden konnten. Ueberdies konnte man auf diese Weise die Versuche nur kurze Zeit fortsetzen und man übertrug alle Fehler, die in den Versuchen gemacht wurden, in die Schlüsse, die man zuweilen aus einigen Malen Athemholen für 24 Stunden abgeleitet hatte.

Nach den Resultaten von den meisten Thieren erlangt, muß ein Mensch oder ein Thier Quantitäten von Speise zu sich nehmen, nur um Kohlensäure durch die Lunge aushauchen zu können, Quantitäten, die indessen nicht genommen werden. Man blieb ungewiß, ob aller oder kein Sauerstoff verschwinde, das heißt, ob eben so viel Kohlensäure ausgeathmet als Sauerstoff aufgenommen wird; ob aller oder kein Stickstoff aufgenommen oder ausgestoßen wird und zweifelte man nicht an seinen eigenen Resultaten, so mußte ein anderer daran zweifeln, so daß Niemand zu demselben Resultate sich bekannte.

Nicht glücklicher war man mit der Art und Weise die Versuche anzustellen, wo man die Thiere in einen kleinen Raum zwischen zwei Gasometer brachte, das eine mit atmosphärischer Luft gefüllt, das andere bestimmt, die zum Athmen gedient habende Luft aufzunehmen. Eudiometrische Versuche mußten auch und dazu über kleine Verschiedenheiten entscheiden, und alle Schwierigkeiten des Messens über die des Wägens influirten auch hier wieder auf die Resultate der Untersucher.

Die Ein- und Ausgangslehre war hier vorzüglich noch die unglücklichste von allen und hat die Wissenschaft auch hierin zurückgeführt. Man wog die Nahrung, die genommen

und die festen Excrete, die ausgeleert wurden; man bestimmte von beiden die Menge C, H, N, O und schloß daraus: So viel Kohlenstoff muß durch die Lungen entweichen.

Dasselbe, was ich bei der Verzehrung der Speise S. 939 anmerkte, daß nämlich Liebig eine neue Methode, um den Verbrauch von Nahrungsstoffen zu bestimmen, einführen wollte, muß ich auch hier erwähnen.

Nach Liebig muß das, als Kohlensäure durch die Lungen und Haut ausgeathmet, in Rechnung gebracht werden, was in den Excreten nicht als Kohlenstoff wiedergefunden wird und doch als Kohlenstoff genossen ist. Er giebt hierfür Versuche an, mit Soldaten angestellt, Versuche, wobei die verbrauchte Nahrung aufgezeichnet und ein Theil davon analysirt wurde, um den Kohlenstoffgehalt kennen zu lernen; nachher wurden auch die Excrete gewogen und ein Theil auf den Kohlenstoffgehalt untersucht.

Gegen diese Methode sind viele aufgetreten, Scharling unter andern *), und nach meinem Dafürhalten mit Recht. Es ist nicht zu verkennen, daß die andern Bestimmungen der Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft, groben Fehlern unterworfen waren, da man aus einer kleinen Menge des Ausgeathmeten auf dasjenige schloß, was in 24 Stunden durch die Lungen und Haut ausgeschieden wird. Indessen ist auch nicht zu verkennen, daß die Methode von Liebig den größten Schwierigkeiten unterworfen ist, und die Resultate haben dies auch gezeigt, da die letzteren Versuche von Scharling und von Andral und Gavarret und anderen, Mengen gegeben haben, welche von denen Liebigs gänzlich verschieden sind.

Um einen Beweis zu liefern, wie weit man, wenn man die Methode von Liebig befolgt und die Resultate seiner Analysen benutzt, zu unrichtigen Schlüssen geleitet wird,

*) Annalen der Ch. u. Pharm. Januar 1846.

kann unter anderen dienen, daß Liebig 27,8 Loth Kohlenstoff als die Menge angiebt, welche ein Soldat täglich ausathmet, während Scharling für die dänischen Matrosen, nach der Angabe von Liebig den Kohlenstoffgehalt in Brod, Fleisch u. s. w. berechnet, nur 22⅘ Loth Kohlenstoff ihnen zur Nahrung geliefert, gefunden hat. Hiervon nun die 1,121 Loth Kohlenstoff abgezogen, welche nach Liebig in 24 Stunden durch die Fäces und den Urin entfernt werden, bleiben 21,6 Loth in den Versuchen von Scharling für den ausgeathmeten Kohlenstoff über. Dieser sehr große Unterschied von ungefähr ⅕ der Menge, welche als Kohlensäure in 24 Stunden entfernt wird, macht die Methode von Liebig viel weniger genau wie einige andere, die wir kennen. Welche Schlüsse soll man überdies aus Versuchen ziehen, indem nach dem Einen 27,8, nach dem Andern 21,6 Loth Kohlenstoff durch einen Menschen in mittlern Jahren in 24 Stunden ausgeathmet werden.

Wie es mir scheint, hat Scharling in der angezogenen Abhandlung überzeugend bewiesen, daß die Methode von Liebig nicht haltbar ist, daß seine Gründe für einen größeren Kohlenstoffverbrauch in kälteren als in wärmeren Gegenden nicht richtig sind, und daß man, will man die Kohlensäuremenge kennen, die durch die Lunge und Haut ausströmt, unmittelbare Bestimmungen derselben machen muß. Diese sind denn auch theils durch Scharling, theils durch Brunner und Valentin, theils durch Andral und Gavarret, theils durch Marchand, theils durch Regnault und Reiset gemacht.

Durch die Versuche von Brunner und Valentin *) ist zuerst mit größerer Sicherheit, als es bis zu dieser Zeit in der Wissenschaft der Fall war, bekannt geworden, welches die

*) Pharm. Centr.-Blatt. 1843. S. 757 u. 765.

Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft beim Menschen ist. Dulong hatte bereits gemerkt, daß mehr Sauerstoff verbraucht wird, als Kohlensäure dafür an die Stelle tritt, aber die Luftanalyse hatte nicht diesen Grad von Genauigkeit, ehe die Methode von Brunner, die atmosphärische Luft zu analysiren bekannt war, daß man darauf vertrauen mochte.

Sie sagen, daß mehr Sauerstoff dem Volumen nach verschwindet, als an Kohlensäure beim Athmen ausgetrieben wird. Aus der Reihe von Versuchen, von ihnen angestellt, und die wahrlich mit ausgezeichneter Sorgfalt in's Werk gesetzt sind, leiten sie ferner die Folgerung ab, daß das Gesetz der Diffusion der Gase, durch Graham festgestellt, sich hier klar herausstellt, und daß also Sauerstoff und Kohlensäure dem Volumen nach im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzel ihrer Dichtigkeit sich auswechseln sollen. Auf 100 Vol. Kohlensäure, durch das Athmen fortgebracht, sollen also gerade 117,421 Vol. Sauerstoff aufgenommen werden.

Von vielen ist dieses Quasi-Gesetz des Athmens bestritten; erstlich weil die Bedingungen fehlen, unter welchen das Gesetz von Graham sollte zur Geltung gekommen sein; dann, weil viele Umstände auf die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und der gebildeten Kohlensäure den größten Einfluß ausüben müssen, so daß das von Valentin angedeutete Ebenmaaß nicht bestehen kann.

Dulong hat angegeben, daß die Menge des Sauerstoffs, die aufgenommen, viel größer, als die der Kohlensäure ist, die ausgeathmet wird und daß dieser Unterschied bei verschiedenen Thieren sehr verschieden ist; bei Fleisch fressenden Thieren soll beträchtlich mehr Sauerstoff, bei demselben Volumen ausgeathmeter Kohlensäure, aufgenommen werden, als bei denen, welche Pflanzennahrung genießen. — Da nun Brunner und Valentin stets dasselbe Verhältniß zwischen Kohlensäure und Sauerstoff fanden und dieses bei gemengter Nahrung al-

lein zufällig richtig gewesen sein kann, so hat Donders *) das Gesetz von Valentin und Brunner geprüft und die Unrichtigkeit desselben dargethan, sich besonders auf die Versuche selbst berufend, aus welchen die Unrichtigkeit des Gesetzes und keineswegs seine Richtigkeit folgt. — Von wie großem Belang diese Widerlegung von Donders inzwischen auch sein mag, so glaube ich doch sie hier nicht aufzunehmen zu brauchen, da gegenwärtig die Unrichtigkeit dieses Gesetzes schon allgemein anerkannt ist.

Wie Valentin auf das Diffusionsgesetz beim Athmen kommen konnte, bleibt dunkel, wenn man überlegt, daß die Fische im Wesentlichen dieselbe Function verrichten wie die Thiere mit Lungen, aber unter einer ganz andern Form; daß also die Art und Weise des Athmens unmöglich ganz regelmäßig bei den Thieren mit Lungen sein kann.

Das Verhältniß zwischen dem aufgenommenen Sauerstoff und ausgeathmeter Kohlensäure ist vorzüglich durch Marchand's **) Versuche bekannt geworden. Er benutzte dazu Frösche, die in einem Strom von trockner und kohlensäurefreier Luft sich aufhaltend, also fortwährend frische Luft empfingen. Er fing das Wasser, durch das Athmen und die Ausdünstung ausgeschieden, in Chlorcalcium auf, die Kohlensäure in Kali und sah von starker Schwefelsäure stets eine geringe Menge flüchtiger Stoffe aufgenommen werden, die aus dem Apparat entwichen und welche, über glühendes Kupferoxyd geleitet, Kohlensäure und Wasser gaben. Er wog die Frösche vor und nach dem Versuch mit ihren Excrementen und fand so stets eine Zunahme an Gewicht, welche allein von chemisch gebundenen Sauerstoff abgeleitet werden konnte. Die Menge des Sauerstoffs war immer größer, als sie in der gebildeten Kohlensäure vorkommt. Marchand berechnet,

*) Holländische Beiträge 1848. S. 269.
**) Journal f. pr. Chemie. Bd. 33, S. 129 u. Bd. 36, S. 1.

daß dieser Ueberschuß an Sauerstoff mit Wasserstoff Wasser bildet, aber er kann wohl auch Cyansäure und andere Stoffe bilden (Harnstoff z. B. ist zusammengesetzt wie cyansaures Amoniumoxyd); es ist daher unrichtig anzunehmen, daß der Sauerstoff, welcher beim Athmen keine Kohlensäure bildet, nur Wasser bilden soll. Diese Vorstellungen sind Folge von der viel zu strenge durchgeführten Verbrennungstheorie.

Die Versuche von Marchand sind wichtig und von sehr Vielen angenommen. Wir wollen einige in kurzen Umrissen anführen.

Vier Frösche, 52 Stunden dem Versuche unterworfen, nahmen an Gewicht zu — die Excrete mitbegriffen — 1,958 Gr. Das war Sauerstoff, der aufgesogen war. Es waren 2,151 Gr. CO^2 gebildet, worin 1,564 Sauerstoff. Bleiben jedoch 0,394 Sauerstoff über, wovon keine Kohlensäure gebildet, aber entweder zur Wasserbildung, oder im Allgemeinen zur Oxydation der Bestandtheile der Frösche, nur nicht direct zur Kohlensäurebildung leitende, gedient haben. Das Verhältniß des Sauerstoffs der Kohlensäure zu dem keine Kohlensäure bildenden Sauerstoff ist = 1,564: 0,394 = 100: 25,19.

Fünf Frösche gaben in 24 Stunden Vermehrung des Gewichts 1,857, gebildete Kohlensäure 2,112, worin 1,536 Sauerstoff, bleibt 0,321. Hier ist ein Verhältniß von 100: 20,90. In seinen Versuchen im Allgemeinen hat er für das Verhältniß des Sauerstoffs, der Kohlensäure bildet und keine Kohlensäure bildet, gefunden: 100: 25,19 — 20,90 — 26,91 — 27,18 — 20,04 — 30,00 — 18,06. — Bei einem Kaninchen 100: 28,35. —

Ferner folgt aus den Versuchen von Marchand, daß des Tages mehr Sauerstoff zu Kohlensäure, des Nachts mehr Sauerstoff zu andern Zwecken gebunden wird.

Zwölf Stunden am Tage gaben ihm 100: 22,10; zwölf Stunden des Nachts 100: 28,79. Die Aufnahme von Sauerstoff war im Ganzen des Nachts geringer, — was schon

lange bekannt war — aber es wurde außerdem auch weniger Kohlensäure gebildet.

Bei niedriger und hoher Temperatur waren auch merkliche Abweichungen von der mittleren Menge des bei mittlerer Temperatur aufgenommenen Sauerstoffs und außerdem Abweichungen im Verbrauch des Sauerstoffs zur Kohlensäurebildung oder zu andern Zwecken. Er fand namentlich bei sechs Fröschen, jedesmal während sechs Stunden bei verschiedenen Temperaturen dem Versuche unterworfen.

	Sauerstoff aufgenommen	In Kohlensäure vorhandener Sauerstoff	Nicht zu Kohlensäure verbunden
Bei 2° bis 3°	0,080	0,0742	0,0058
» 6° » 7°	0,319	0,2364	0,0826
» 12° » 14°	0,286	0,2225	0,0635
» 18° » 20°	0,263	0,2100	0,0530
» 28° » 30°	0,157	0,1464	0,0106.

In Wasserstoffgas sah Marchand die Frösche rasch betäubt werden und darauf sterben. So lange sie in diesem Zustand waren, gaben sie gleichwohl Kohlensäure von sich, wie schon Müller, Bischof, Edwards, de Martigny und andere gefunden hatten; die gleichwohl keinen reinen Wasserstoff gebraucht haben mögen, da sie die Frösche so lange darin leben sahen und ihre Angabe in Bezug auf die Entwickelung der Kohlensäure im Wasserstoffgase also kein Vertrauen verdienen kann.

Beim Athmen in reinem Sauerstoffgas wird die Menge der Kohlensäure nicht sehr vergrößert aber dagegen eine bedeutende Menge Sauerstoff auf andere Weise gebunden — mehr Wasser gebildet, sagt Marchand. — In einem Versuche mit Sauerstoff der 24 Stunden dauerte, wurden 1,121 Sauerstoff aufgenommen, wovon 0,749 in der gebildeten Kohlensäure vorkamen und 0,372 auf andere Weise gebunden waren, also wie 100 : 49,66, oder beinahe das Doppelte von dem, was atmosphärische Luft giebt.

Aus diesen Versuchen von Marchand — die in Bezug auf den Stickstoff keinen Aufschluß geben — folgt, daß die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure beim Frosche ungefähr ¼ im Volumen geringer ist, als die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, welches — beim unverändert Bleiben des Stickstoffs — für das Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff in der atmosphärischen Luft ungefähr $\frac{1}{20}$ weniger ausgeathmete Luft, als eingeathmete betragen soll.

Bei der Abmagerung beschränkte sich, nach den Versuchen von Marchand, die Verbindung des Sauerstoffs fast allein auf den Kohlenstoff, was wir aus frühern Versuchen bereits wissen, das aber in solchem Falle ein wichtiger Punkt für die Lehre vom Athmungsproceß ist. Die Menge Kohlenstoff, die beim Menschen durch die Lungen und die Haut nach außen entleert wird, ist genauer von Scharling*) unterschieden und durch Versuche bestimmt. Er setzte die Personen, mit welchen die Versuche angestellt wurden, in einen Kasten, durch welchen ein Luftstrom geführt wurde, und schloß in einem Theil der Versuche die aus den Lungen kommende Luft aus, dadurch, daß er den Personen eine Kappe von Kautschuck luftdicht aufsetzte und Gelegenheit zum freien Athmen gab.

Auf diese Weise fand er, in Uebereinstimmung mit Andral und Gavarret, die Menge des Kohlenstoffs, die in einer Stunde ausgeleert wurde, in Grammen ausgedrückt.

	Gewicht in Kilogramm	Kohlenstoff durch die Haut entleert	Kohlenstoff durch die Lungen entleert	
		Scharling	Scharling	Andral und Gavarret
1) Ein Mann von 28 Jahr	82	0,373	11,367	12,4
2) » Jüngling » 16 »	57	0,181	10,819	12,0,

*) Journal für pr. Chemie Bd 36 S. 454 u. Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 45 S. 214.

			Gewicht in Kilogramm	Kohlenstoff durch die Haut entleert Scharling	Kohlenstoff durch die Lungen entleert Scharling	Andral und Gavarret
3) Ein Junge	von	9¾ Jahr	22	0,124	6,426	5,9
4) » Mädchen	»	19 »	55	0,272	8,044	7
5) » »	»	10 »	23	0,124	6,072	6

Die Uebereinstimmung zwischen den Versuchen von Scharling und von Andral und Gavarret ist hinreichend, um uns sowohl von der Menge Kohlenstoff, welche vom Menschen durch die Lunge entfernt wird eine allgemeine Vorstellung zu machen, als auch die Versuche von Scharling genügend sind, um die Menge Kohlenstoff kennen zu lernen, die beim Menschen hauptsächlich als Kohlensäure durch die Haut nach aussen geführt wird.

Diese Quantitäten, von Scharling gefunden, weichen ansehnlich von allen älteren Bestimmungen ab, die alle viel mehr Kohlenstoff in der ausgeathmeten Luft in Rechnung bringen.

Dieselbe Person athmet nach Scharling in 24 Stunden nicht immer gleichviel Kohlensäure aus, nach der Mahlzeit ist die Menge derselben grösser, nach Bewegung desgleichen; während des Schlafs ist sie geringer und wohl im Verhältniß von 4:5 zwischen Schlafen und Wachen. Sie richtet sich auch nicht nach dem Gewicht des Körpers; von der schwersten Person M 1 ausgehend, hat man nämlich:

1. 1,0
2. 1,33
3. 2,07
4. 1,02
5. 1,86

Es ist vor allen Vierordt, der den Einfluß von verschie-

denen Umständen auf die gebildete Menge Kohlensäure studirt hat *).

Andral und Gavarret fanden, daß sich die Menge der von Menschen ausgeathmeten Kohlensäure auf folgende Weise regelt **). Sie verändert sich nach der Lebenszeit, dem Geschlecht und der Constitution. Das Gewicht der Individuen ist von keinem Einfluß darauf. Alles gleich genommen, athmet der Mann mehr Kohlensäure aus, als die Frau, zuweilen selbst wohl die doppelte Menge. Von dem 8. bis zum 30. Jahre nimmt die durch den Mann ausgeathmete Menge Kohlensäure stets zu und steigt in den Jahren der Pubertät sehr schnell. Nach dem 30. Jahre nimmt sie regelmäßig ab, und das um so mehr, je mehr sich das hohe Alter nähert. In sehr hohen Jahren kann die Menge der gleich werden, welche im 10. Jahre ausgeathmet wird. Bei der Frau nimmt die Menge auch zu vom 8. Jahre auf an; aber bei den Jahren der Pubertät wird sie stationair; bei der Abnahme der Menstruation nimmt sie wieder stark zu und von dieser Zeit an wieder ab, in dem Verhältnisse wie die Jahre steigen.

In beiden Geschlechtern richtet sich die Menge nach der Stärke des Körpers und besonders der des Muskelsystems.

Die Versuche von Regnault und Reiset ***) über die Respiration verdienen besonders unsere Aufmerksamkeit, weil sie mit großer Sorgfalt ausgeführt sind.

Sie haben sich die Fragen gestellt, ob eine bestimmte Menge Sauerstoff, welche als Kohlensäure beim Ausathmen nicht wieder gefunden wird, wirklich zu andern Zwecken, als zur Oxydation des Kohlenstoffs benutzt wird, dann ob Stickstoff frei wird beim Ausathmen, so wie einige behaupten, oder verschwindet wie andere aufgestellt haben.

---

*) Wagner's Handw. Art. Respiration.

**) Annales des Sciences natur. Février 1843 Zoologie pg. 100.

***) Comptes Rendus Tom. 26 p. u. 17.

Dulong hat auf 100 Theile ausgeathmeter Kohlensäure an Sauerstoff bei Pflanzen fressenden Thieren 108,2, bei Fleischfressenden 139,15 verschwunden gefunden; Despretz dagegen 132,6 bei (Pflanzen fressenden und 151,9 bei Fleischfressenden *). Ein Resultat, sehr verschieden von dem oben angeführten von Marchand bei Fröschen erhalten. — Und was den Stickstoff betrifft, so hatten Despretz und Dulong gefunden, daß eine sehr große Menge Stickstoff beim Athmen entwickelt ward, zuweilen selbst ¼ von der verschwundenen Menge des Sauerstoffs.

Dieses letzte Resultat kann unmöglich recht sein, weil das Thier durch sein Ausathmen allein zuweilen mehr Stickstoff abscheiden müßte, als es in seiner Nahrung zu sich genommen hatte.

Die Methode Marchands, Thiere in einem geschlossenen Raume einem Luftstrome auszusetzen und diesen Strom lange zu unterhalten, ist nicht dieselbe, welcher sich Regnault und Reiset zu ihren Versuchen bedient haben. — Diese Letzten gebrauchten Sauerstoff und keine atmosphärische Luft, um den verbrauchten Sauerstoff zuzuführen. Sie bestimmten die Menge Sauerstoff, welche durch das in eine Glocke gesperrte Thier in den Stunden des Versuchs verbraucht war, und begannen den Versuch in athmosphärischer Luft. Sie ließen während des Versuchs die gebildete Kohlensäure stets von Kali auffaugen. Wurde nun nur Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure gebildet, und die Menge des verbrauchten Sauerstoffs gleichmäßig mit der Menge der gebildeten Kohlensäure zugeführt, dann mußte die Luft nach dem Versuche in dem Raum, worin sich das Thier befand, dieselbe Zusammensetzung haben, wie beim Anfang des Versuchs. Wurde aber zugleich Stickstoff beim Athmen ausgeschieden, dann mußte die Luft nach dem Versuche reicher sein an Stick-

*) Berechnet von Donders in Holl. Beitr. 1848 S. 272.

stoff. Groß konnte hierbei die Entwickelung des Stickstoffs nicht sein, denn die Thiere blieben zuweilen einige Tage in demselben Apparat; die Menge des entwickelten Stickstoffs überstieg selten um $^1/_{100}$ die Menge des verbrauchten Sauerstoffs. Zugleich fanden sie ein wenig Wasserstoff und Kohlenwasserstoff entwickelt, die wahrscheinlich aus den Verdauungswerkzeugen entstanden waren.

Die Menge des zum Thier geführten Sauerstoffs war also bekannt; die Menge der gebildeten Kohlensäure wurde durch Zersetzung der angewandten Kalilauge gefunden, woraus das Verhältniß zwischen dem verbrauchten Sauerstoff und dem, welcher in der Kohlensäure gefunden wurde, aufgestellt werden konnte. Die Analyse der Luft endlich lehrte die Menge Stickstoff kennen, die nach dem Versuch mehr vorhanden war, als vor dem Versuch. — Die ganze Methode der Untersuchung ist ausgezeichnet und verdient mit dem Apparat, der hier nicht beschrieben werden kann, am angezogenen Platze nachgesehen zu werden. Wir beschränken uns hier einige Resultate mit Thieren anzuführen, welchen wir alles Vertrauen schenken können *).

Ein junger Hund 6,390 Kilogramme schwer, wurde 24 Stunden 30 Minuten dem Versuche unterworfen:

	Grammen
Verbrauchter Sauerstoff . . .	182,288
Gebildete Kohlensäure	185,961
Sauerstoff in der Kohlensäure .	135,244
Frei gewordner Stickstoff . . .	0,182

Das ist also:

	Grammen
Verbrauchter Sauerstoff . . .	100
Sauerstoff in der Kohlensäure .	74,191
» auf andere Weise verbraucht	25,809

*) Siehe diese Abhandlung in Ann. der Ch. u Pharm. Februar u. März 1850.

Frei gewordener Stickstoff . . . 0,055
Sauerstoff in einer Stunde verbraucht 7,44

Wir wollen, ohne die Einzelheiten der Versuche anzugeben, einige dieser Resultate solchergestalt zusammenfassen.

	Derselbe Hund	Derselbe Hund	Andrer Hund	Kaninchen	Huhn
Verbraucht. Sauerstoff	100	100	100	100	100
Sauerstoff in der Kohlensäure	74,987	74,677	73,986	91,613	91,295
Sauerstoff auf andere Weise	25,013	25,323	26,014	8,387	8,705
Freigewordner Stickstoff	0,342	0,693	0,311	0,495	0,464
Sauerstoff in einer Stunde	8,196	6,893	6,315	2,720	1,36

Bei diesen Versuchen wurde die Temperatur der Luft gleichmäßig gehalten; war sie verschieden, so hatte das auf das Athmen einen großen Einfluß. In einer Atmosphäre viel reicher an Sauerstoff, veränderte sich die Menge des Sauerstoffs, der Kohlensäure und des Stickstoffs nicht; selbst in reinem Sauerstoff war das Verhältniß noch ungefähr dasselbe, wie auch in einer Atmosphäre von 79 Wasserstoff und 21 Sauerstoff.

Marchand hat die Resultate von Regnault und Reiset über den ausgeathmeten Stickstoff bestätigt *). Seine Resultate waren für Murmelthiere die folgenden:

Für 100 Theile Kohlenstoff, die sie als Kohlensäure ausathmen, nehmen sie 270 Theile Sauerstoff auf; also auf 100 Vol. Kohlensäure 109 Vol. Sauerstoff, während sie dabei 0,94 Vol. Stickstoff geben, oder 0,86 Stickstoff auf 100 Sauerstoff.

*) Journ. f. pr. Chem. Bd. 44, S. 1.

Eine Taube gab für 100 Vol. Sauerstoff die sie einathmete, 0,74 Vol. Stickstoff.

Ueberdies wird nach Marchand noch Stickstoff beim Athmen in Form von Ammoniak ausgetrieben.

Auch hier ist, wie bei den Versuchen von Regnault und Reiset, keine Rechenschaft gegeben über den Antheil, welchen die Haut an der Entwickelung von Kohlensäure oder Stickstoff hat, welches wahrlich bei Thieren, vor allen bei kleinen Thieren, sehr möglich ist.

Aus diesen Untersuchungen, die wir als die besten mittheilten, folgt also bei einem Blick auf die Menge der austretenden Kohlensäure und des eintretenden Sauerstoffs beim Athmen.

1. Beim Menschen und bei allen bis heute untersuchten Thieren wird mehr Sauerstoff beim Athmen aufgenommen, als an Kohlensäure zurückgegeben wird; der Ueberschuß wird also zu andern Zwecken im Körper verbraucht.

2. Die Menge Sauerstoff, die mehr als zur Kohlensäurebildung verbraucht wird, ist verschieden bei verschiedenen Thieren und wahrscheinlich auch bei demselben Thier unter verschiedenen Umständen. Bei dem Kaninchen — einem von Pflanzen lebenden — ist sie viermal kleiner als beim Hund — einem Fleisch fressenden.

3. Die Menge Kohlensäure, die beim Athmen gebildet wird, ist bei verschiedenen Thieren ansehnlich verschieden — welches schon lange bekannt ist; — sie ist auch verschieden bei demselben Thiere unter verschiedenen Umständen, wovon für den Menschen einiges angedeutet ist. Ein Paar von diesen Umständen wollen wir näher besprechen.

Den Einfluß der Temperatur auf die Menge der beim Athmen ausgestoßenen Kohlensäure, ist in sehr verschiedenem Sinne aufgefaßt. Einige glauben, daß die Luft, die in der Kälte so viel mehr condensirt ist, als in der Wärme, eine größere Zufuhr von Sauerstoff zum Blut verursacht, wodurch

ein stärkerer Verbrauch von Nahrung hervorgerufen wird. Aber solche Meinungen kommen nur in wenigen Köpfen auf, da doch ein jeder wissen kann und die Physiologie dies auch überflüssig lehrt, daß die kalte Luft beim Einathmen erwärmt wird und die Temperatur der Lungen im Winter nicht niedriger ist, als im Sommer. Im Winter findet eine Erhöhung der Thätigkeit in der Haut und dadurch in einem ansehnlichen Theil des Capillarsystems statt; im Winter herrscht Spannung in der Haut und treibt unsre Thätigkeit zu solch einer Kraftanspannung, daß die Kälte uns nicht unangenehm ist, während im Gegentheil des Sommers unsere Haut schlaff und kraftlos ist, dadurch der ganze Organismus, besonders die Speiseröhre in der Thätigkeit verringert wird und also die Blutbildung, was so genannt wird, verlangsamt und in Gefolge davon alle Verrichtungen und auch zugleich die Respiration in ihrer Arbeit vermindert werden. Solche Wirkungen sind zusammengesetzt und das Resultat von einem Zusammentreffen vieler Umstände; die kalte Luft in den Lungen gehört durchaus nicht zu den Ursachen.

In Bezug auf die Frage, ob Kälte die Menge der Kohlensäure beim Ausathmen vergrößert oder verkleinert, sind die Untersucher nicht einig. Nach Marchand (S. 1145) wird bei Fröschen durch die Kälte die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und die damit in Verbindung stehende Menge der ausgeathmeten Kohlensäure kleiner. Bei Fröschen mag dieses so sein, wie auch bei andern Thieren, bei vielen anderen ist es umgekehrt, beim Menschen sicher umgekehrt.

Versuche von Letelier *) mit Turteltauben und anderen Vögeln, auch mit Mäusen und anderen Thieren angestellt, lehren in Bezug auf den Einfluß der Temperatur auf das Athmen Folgendes. Die Temperaturen, die höher sind, als

*) Annales de Ch. et de Phys. Tom. 13. pg. 478.

die eigene des Thiers, verursachen sehr rasch den Tod, z. B. von 40°—43° sah er Thiere, die dem Versuche unterworfen wurden, sterben. Zwischen 0° und 30° bestand schon die größte Verschiedenheit in der Menge ausgeathmeter Kohlensäure; bei 0° ist die Menge der Kohlensäure das Doppelte von der bei 30°. Bei den mittleren Temperaturen ist die Menge eine mittlere; die Kälte bringt also nach diesen Versuchen eine viel größere Menge Kohlensäure zum Vorschein. Es war einerlei, welche Thierart zu diesen Versuchen genommen wurde, alle gaben die genannten allgemeinen Resultate, aber die kleineren brachten in derselben Zeit eine größere Menge Kohlensäure zum Vorschein, als größere Individuen, alle inzwischen im ausgewachsenen Zustande, so daß nach dieser Regel, die auch schon früher in der Wissenschaft aufgenommen war, der Stoffwechsel bei den Thieren um so bedeutender erscheint, je beträchtlicher ihre Kleinheit ist. Schade ist, daß Letellier allein die ausgeathmete Kohlensäure aufgezeichnet hat und nicht, so wie Marchand, Regnault und Reiset, zugleich die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs angemerkt hat, woraus dann bei den von Letellier benutzten Thieren, auch der Sauerstoffverbrauch zu andern Zwecken, als zur Kohlensäurebildung, bekannt geworden wäre.

Hier sind einige seiner Resultate in Bezug auf die Menge Kohlensäure, in einer Stunde ausgeathmet durch ein Thier der folgenden Art·

	Bei 0°	Bei 15° bis 20°	Bei 30° bis 40°
Zeisig . . .	0,325	0,250	0,129,
Turteltaube .	0,974	9,684	0,366,
Maus . . .	0,531	0,498	0,268,
Murmelthier .	3,006	2,080	1,453.

Hierdurch wird ungefähr das mittlere Resultat von Letelliers Analysen ausgedrückt.

In Bezug auf die Transpiration durch die Haut und

die Lungen giebt Letellier viele Unterſuchungen an, woraus zu folgen ſcheint, daß ſie zuerſt bei den Verſuchen abnimmt, ſo wie es in trockner Luft zu erwarten iſt, aber daß ſie darnach conſtant wird, für gleiche auf einander folgende Zeiten. Auch dieſes iſt erklärlich. Es iſt eine verdünnte Auflöſung von Salzen und organiſchen Stoffen im Körper vorhanden; der Ueberſchuß der Flüſſigkeit verdampft erſt und in derſelben Zeit iſt die Verdampfung erſt ſtark und nimmt ab, ſowie bei einer mittlerweile mehr concentrirten Flüſſigkeit die Verdampfung gleichen Schritt hält mit der Urſache der Verdampfung, das heißt, mit dem Strom von trockner Luft der über das Thier geführt wird.

Sowohl in den Verſuchen von Letellier, als in den von Marchand iſt der Fehler begangen, den Verſuch mit den Thieren in trockener Luft anzuſtellen. Warum wurde die von Kohlenſäure und Waſſer erſt befreite Luft nicht durch Waſſer ſtreichen gelaſſen und ſo auf eine und dieſelbe Weiſe Waſſerdampf enthaltende Luft mit den Thieren in Berührung gebracht? Von der Ausdünſtung der Lungen kann man durch dieſe Verſuche doch keinen Aufſchluß bekommen, da die von der Haut ſich darunter mengt.

Das Verhältniß welches man früher zwiſchen der Menge der ausgeathmeten Kohlenſäure und der Menge des eingeathmeten Sauerſtoffs gefunden zu haben glaubte, iſt kein beſtändiges, ſondern ein veränderliches, wie Marchand, Scharling, Regnault und Reiſet gelehrt haben.

Das Verhältniß hängt von der Art der verbrauchten Nahrung ab und ſteht überdies im Zuſammenhang mit verſchiedenen Umſtänden, unter welchen ſich der Organismus befindet. Es iſt unmöglich vollſtändige Rechenſchaft davon abzulegen; nur in Beiſpielen kann dieſes deutlich werden. — Da Protein $C_{36}H_{68}N_3O_{10}$ bei der Reſpiration in Kohlenſäure, Waſſer und Stickſtoff zerſetzt werden kann, ſowohl indem Margarinſäure $C_{34}H_{68}O_4$, oder auch Zucker $C_{12}H_{28}O_{14}$ in Koh-

enſäure und Waſſer zerſetzt werden, dann wird folgende Verſchiedenheit ſtattfinden *).

Protein . . $+87$ Aeq. $O = 36\,CO_2 + 8N + 25$ Aeq.
Margarinſäure $+98$ » $O = 34\,CO_2 +$ 34 »
Zucker . . $+24$ » $O = 12\,CO_2 +$ 14 »

Beim Protein werden 87 Vol. Sauerſtoff aufgenommen und es kommen nur $72+8=80$ an Kohlenſäure und Stickſtoff zurück, während 7 Vol. verſchwinden.

Bei der Margarinſäure werden 98 Vol. Sauerſtoff aufgenommen und es kommen nur 68 Sauerſtoff als Kohlenſäure zurück, während 30 Vol. verſchwinden.

Beim Zucker werden 24 Vol. Sauerſtoff aufgenommen und es kommen 24 Sauerſtoff als Kohlenſäure zurück, während nichts verſchwindet.

Dieſe Beiſpiele ſind von hinlänglicher Wichtigkeit, um noch länger bei ihnen ſtill zu ſtehen. — Könnte ein Thier ausſchließlich leben von Amylum, Gummi, Zucker, von Stoffen, die C und H_2O enthalten, dann würde — da keine Stickſtoff haltende Stoffe beim Athmen zerſetzt werden — eben ſo viele Kohlenſäure ausgetrieben werden, als Sauerſtoff aufgenommen wird.

Lebte ein Thier ausſchließlich von Fetten, dann müßte ſehr viel mehr Sauerſtoff aufgenommen werden, als an Kohlenſäure zurückgegeben wird. Würden die Stickſtoff haltenden Stoffe ganz zerſtört, dann müßte wiederum Sauerſtoff verſchwinden; das leimgebende Gewebe ſoll dieſes noch näher erläutern. $C_{13}H_{20}N_4O_5 + O_{31}$ geben in Volumen 26 Vol. Sauerſtoff in der Kohlenſäure + 4 Vol. Stickſtoff = 30 Vol.; es verſchwindet alſo nur 1 Vol. von den 31.

Ich behaupte hier nicht, daß dieſe Körper auf ſolche

*) Der Sauerſtoff verändert nicht ſein Volumen bei der Umwandlung in Kohlenſäure. In 2 Volumen Sauerſtoff wird ein Volumen Kohlengas aufgenommen und 3 Volumen zu 2 Volumen verdichtet.

Weise zersetzt werden, sondern ich will nur das Endresultat erläutern.

Das allgemeine Resultat ist dann dieses. Bei Zersetzung des Amylums, Gummis und Zuckers durch das Athmen verschwindet kein Sauerstoff; bei Stickstoff haltenden Stoffen verschwindet wenig Sauerstoff, bei Fetten sehr viel.

Wenn wir nun die Versuche von Regnault und Reiset ansehen und wir finden bei Hunden ein Verschwinden von ¼ der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, bei Freiwerden von 0,3 bis 0,7 % Stickstoff (dem Gewichte nach) von der eingeathmeten Menge Sauerstoff, können wir dann den Schluß daraus ziehen, daß die Hunde viel Fett verbraucht haben?

Solch ein Schluß würde thöricht sein; es würde ein Zeichen sein, daß wir die Galle und den Urin, den Darmschleim und was sonst noch in dem Körper gebildet und als organische Verbindungen auf andern Wegen aus dem Körper geführt wird, nicht berücksichtigten.

Ein Beispiel soll dies noch deutlicher machen. Stärke, Gummi und Zucker können im thierischen Organismus Fette bilden (S. 268); Fette können Galle geben (S. 995). Die harzartigen Zersetzungs-Producte der Galle kehren nicht wieder zum Blute zurück. — Wird nun Zucker genossen und dieser in Fett und das Fett in Galle umgewandelt, so wird zuerst dem Zucker von andern Körpern viel Sauerstoff zur Verfügung gestellt. Nehmen wir Traubenzucker und Fellinsäure $C_{12}H_{28}O_{14}$ und $C_{50}H_{80}O_{10}$,

$$5 \times C_{12}H_{28}O_{14} = C_{60}H_{140}O_{70}$$

$$\begin{array}{r} C_{50}H_{80}O_{10} \\ \hline C_{10}H_{60}O_{60} \\ H_{80}O_{30} \\ \hline C_{10}O_{30} \\ C_{10}O_{20} \\ \hline O_{10}. \end{array}$$

Diese 10 Aeq. Sauerstoff sind im Organismus zur Oxydation zur Verfügung, ohne daß irgend etwas Sauerstoff durchs Athmen herbeigeführt wird. Es kann vom Zucker Kohlensäure durch das Ausathmen ausgetrieben werden, ohne Auffaugung von Sauerstoff und es bleibt noch freier Sauerstoff nach der Gallenbildung über.

Dieses Beispiel mag zeigen, daß wir jetzt, eben so wenig als in späterer Zeit, im Stande sein werden, mit Genauigkeit zu wissen, welche Stoffe der Nahrungsmittel den Sauerstoff beim Athmen verbrauchen. Dieses Beispiel zeigt ferner hinlänglich, daß ein constantes Verhältniß zwischen aufgenommenem Sauerstoff und ausgeathmeter Kohlensäure und Stickstoff von sehr vielen Umständen abhängt, dessen Kenntniß noch ganz im Dunkeln liegt; endlich, daß die Ein- und Ausgangslehre mit der physiologischen Chemie selten etwas gemein hat.

Freiwerden von Stickstoff beim Ausathmen.

Es ist erst den letzten Untersuchungen geglückt, zu entdecken, daß in der Regel Stickstoff beim Ausathmen frei gemacht wird. Bei den ersten Untersuchungen konnte dies, wegen der Art der angewandten Methode, nicht an's Licht treten. Davy und andere haben selbst eine Aufnahme von Stickstoff beim Athmen wahrzunehmen geglaubt und nach von Humboldt und Provençal lebten die Fische mit vom Stickstoff der Luft, die im Wasser aufgelöst ist; während Lavoisier keine Veränderung in der Menge des Stickstoffs in der ausgeathmeten Luft gefunden hat. Zuerst haben Regnault und Marchand diesen Punkt außer Zweifel gestellt und Marchand hat es bestätigt. Ich habe die Resultate bereits oben, S. 1152, angegeben, woraus hervorleuchtet, daß sicher wohl eine kleine Menge — ungefähr ½ % vom verbrauchten Sauerstoff — Stickstoff ausgestoßen wird, da in jedem Falle Stickstoff als Gas beim Ausathmen zum Vor-

schein kommt. Die von Marchand angegebenen Mengen sind etwas größer, als die von Regnault und Reiset (siehe S. 1153.) Aus Versuchen von Dulong und Despretz war es schon wahrscheinlich gemacht und durch Versuche von Valentin und Brunner — die jedoch falsch berechnet sind — noch näher gelegt, daß Stickstoff beim Athmen frei wird; sie vernachlässigten jedoch die kleine Veränderung in der Menge des Stickstoffs, die sie hiebei fanden, da sie ihnen zu klein schien um in Rechnung gebracht zu werden. Was Valentin und Brunner davon zu finden meinten, fällt indessen fast vollkommen mit dem von Regnault und Reiset gefundenen überein, namentlich daß im Mittel 0,402 % in Volumen an Stickstoff ausgetrieben wird, wenn die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs gleich 100 gesetzt wird.

Daß jedoch in der Regel kein Stickstoff aus der Atmosphäre beim Athmen der Thiere aufgenommen und in der thierischen Haushaltung verbraucht wird, ist gegenwärtig allgemein bekannt. Regnault und Reiset sahen bei der Verhungerung Stickstoff aus der Atmosphäre aufgenommen werden, eine Erscheinung, die wirklich von Wichtigkeit wäre.

Für Thiere, die ausschließlich von Pflanzennahrung leben, hat Bousſingault *) diese Frage noch näher durch Versuche beantwortet, die er mit einer Kuh und einem Pferde anstellte. Sie wurden einen Monat vor dem Versuche mit der Nahrung gefüttert, welche sie während des Versuches nehmen sollten, und die Versuche selbst drei Tage fortgesetzt. Vor und nach dem Versuche wurden die Thiere gewogen und ihr Gewicht unverändert gefunden. Auch das Futter und der Trank wurden gewogen und kleine Mengen derselben analysirt; beim Wasser die darin aufgelösten Salze bestimmt, beim Futter CHN und O und die unverbrennbaren Bestandtheile.

*) Ann. de Ch. et de Phys. Tom. 61. pg. 113.

Dadurch konnte er finden, wie viel von jedem Grundstoff das Thier in der gegebenen Zeit zu sich nahm. Da nun auch der Urin, die Faeces (die Milch), die sie von sich gaben, gewogen und analysirt wurden, sowohl auf CHN und Ogehalt, oder auf Wasser und anorganische Bestandtheile, so konnte er, bei der Voraussetzung, daß kein Stickstoff beim Athmen aus der Luft aufgenommen wird, bestimmen, ob aller dem Thiere in der Nahrung zugeführter Stickstoff verbraucht und hinreichend war, um demselben den nöthigen zu liefern. Der Versuch mit der Kuh lehrte, daß in 24 Stunden 27 Grammen Stickstoff mehr in der Nahrung dem Thiere geboten, als in den Excreten wieder gefunden wurden, welche also durch das Athmen und die Haut ausgetrieben sein mußten. Von der Menge Wasserstoff die in den Excreten nicht wieder gefunden wurden, waren 19,8 Grammen mehr verschwunden, als mit dem Sauerstoff Wasser bilden konnten, von denen Bouſſingault glaubt, daß sie beim Athmen zu Wasser oxydirt und als solches aus den Lungen verdunstet seien. Endlich waren in der Nahrung 2211,8 Grammen Kohlenstoff mehr gewesen, als sich in den Excreten wieder fanden, die ebenfalls in den Lungen oxydirt sein mußten. Hiervon ausgehend, hat die Kuh in 24 Stunden 4052 Liter Kohlensäure ausgeathmet und dazu den Sauerstoff aus 19 Kubikmeter Luft verbraucht. Damit waren zugleich 33 Liter Wasser durch die Lungen und die Haut verdampft.

Bei dem Pferde hatte die Nahrung in 24 Stunden 24 Grammen Stickstoff mehr enthalten, als in den Excreten wieder gefunden wurden. 23 Gr. Wasserstoff waren zugleich in den Excreten nicht wieder zu finden und ebenfalls 2465 Gr. Kohlenstoff nicht. Folglich hatte das Pferd 4584 Liter Kohlensäure in 24 Stunden ausgeathmet. In derselben Zeit waren durch die Lungen und die Haut 56¼ Liter Wasser verdampft.

So wichtig diese Resultate sind, so liefern sie doch nur

einen indirecten Beweis für die Nichtaufnahme des Stickstoffs aus der Atmosphäre beim Athmen, und also einen solchen, woraus der directe Schluß, daß keine Aufnahme stattfindet, nicht gezogen werden kann. Es könnte doch immer sehr gut Stickstoff beim Athmen aufgenommen, und in dem Körper gebunden und verbraucht werden können, und nichts desto weniger mehr Stickstoff im verbundenen Zustande durch die Lungen und die Haut ausgetrieben werden, als beim Einathmen aufgenommen wurde. — Ich halte dies nicht für wahrscheinlich, aber erinnere nur daran, daß Bouſſingault's Verſuch, ſo wie der früher von Regnault und Reiſet angegebene, in Bezug auf das Aufgenommen- oder Nichtaufgenommenwerden des Stickſtoffs der Luft beim Athmen, Nichts lehren. Die Möglichkeit bleibt, daß der Stickſtoff im arteriellen Syſtem aus der Atmoſphäre gebunden wird und in dem venöſen mehr Stickſtoff, als gebunden iſt, freigemacht wird; oder umgekehrt, daß da weniger frei gemacht als gebunden wird.

Wie ſehr auch dieſe Anmerkung für die letzteren Verſuche von Bouſſingault *) Geltung hat, ſo verdienen dieſe doch Erwähnung, um ſo mehr, da, in Rückſicht auf die Speiſen und Excremente, auch hier die Kohlenſäure gewogen iſt, welche in einer beſtimmten Zeit durch das Athmen in Freiheit geſetzt iſt. Die Verſuche ſind mit einer Turteltaube angeſtellt und zum Freſſen wurde dem Thiere Hirſe gegeben. Das Thier war vollgefüttert und die Menge des Eſſens und der Excremente, ſo wie das Thier, vor und nach dem Verſuch gewogen. In 5 Tagen aß es 76,64 Gr. Hirſe und gab 37,30 Gr. feuchte Excremente von ſich; das Gewicht des Thieres war zu Anfang des Verſuchs 187,90 Gr., am Ende des 5. Tages 186,27 Gr. Die Excremente und Speiſen beſtanden aus:

*) Ann. de Chem. et de Phys. Août 1844 pg. 433.

Hirse		Excremente	
C	46,07	C	39,65
H	6,29	H	5,11
N	3,30	N	9,24
O	41,76	O	34,20
Asche	2,58	Asche	11,80.

Ein Versuch, sieben Tage fortgesetzt, gab ungefähr dasselbe Resultat, welches, vereinigt mit dem von 5 Tagen, darin übereinkam, daß eine Turteltaube, welche 187 Gr. wiegt, in 24 Stunden 5,1 C. ausathmet, also 18,7 Gr. Kohlensäure ausstößt und 0,16 Gr. Stickstoff verliert, oder in Volumen 9,441 Liter Kohlensäure und 0,126 Liter Stickstoff, das ist ungefähr $^1/_{80}$ Stickstoff von der ausgeathmeten Kohlensäure. Der in den Excrementen nicht wieder gefundene Wasserstoff von den Nahrungsmitteln war 0,71 Gr. und der Sauerstoff 4,69 Gr in 24 Stunden, woraus also folgt, daß mehr Wasserstoff als Sauerstoff verbraucht ist. Bouſſingault nimmt mit den Meisten an, daß dieser Wasserstoff ausschließlich gebraucht wird, um Wasser zu bilden, daß dieser Wasserstoff durch den Sauerstoff der Luft zu Wasser oxydirt wird und wohl in 24 Stunden 0,07 Gr. Wasserstoff; aber die Wasserbildung, so gewiß sie auch am Ende des Stoffwechsels im Organismus vor sich gehen mag, geschieht in keinem Falle nach der Verbrennungslehre.

Die Menge Kohlenstoff 5,1 Gr. und die Menge Wasserstoff 0,07 Gr., die in 24 Stunden durch eine Turteltaube verbrannt werden — die Oxydationserscheinung in den Lungen ferner mit Verbrennung vergleichend — findet Bouſſingault hinlänglich, um, die Verdampfung des gebrauchten Wassers = 3,36 Gr. in 24 Stunden mit in Rechnung gebracht — an die Masse des Thiers in 24 Stunden eine Temperatur von 41° bis 42° mitzutheilen, während es in einer

Atmosphäre von 8° bis 10° frei athmete. Hievon soll daher die Wärme des Thieres ganz und gar geliefert sein*).

*) Die Gegenprobe — wobei allein die Kohlensäure bestimmt ist, wurde so angestellt, daß die Taube unter eine Glocke in einen Strom von atmosphärischer Luft gebracht und die Kohlensäure, welche das Thier ausathmete, gewogen wurde, sie war die folgende. Hier that sich ein merklicher Unterschied zwischen Tag und Nacht kund, so daß des Nachts viel weniger Kohlensäure ausgeathmet wurde. — Für eine Stunde gaben die Resultate der mit den Speisen und Excrementen angestellten Analysen und für die ausgeathmete Kohlensäure:

Verbrauchter Kohlenstoff nach den Nahrungsmitteln und Excrementen Gr.	Dito nach der ausgeathmeten Kohlensäure	Gr.
0,211	Tags	0,258
	Nachts	0,162
	Mittel	0,198

Die Menge 0,211 und 0,198 stimmen nicht überein, aber Bouffingault ist von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Taube 12 Stunden in den 24 schlief. Die Uebereinstimmung ist also nur annähernd: viel kann sie von der Wahrheit nicht verschieden sein.

Ein anderer Versuch von Bouffingault verdient ferner noch angeführt zu werden. Er entzog der Taube die Nahrung, wog sie und bestimmte die Menge Kohlensäure, die sie während der Abnahme des Gewichts verlor. In 7 Tagen hatte sie 53,9 Gr. verloren und also 7,7 Gr. per Tag. Die Menge Kohlensäure, in einer Stunde ausgeathmet, verminderte sich von 0,213 Gr. auf 0,072. Sobald der Taube wieder Gerste gegeben wurde, war sie den dritten Tag schon wieder von 132,9 Gr. auf 168,8 Gr. gestiegen und blieb drei Tage lang auf demselben Gewicht stehen; den siebenten Tag war das Thier noch mager, übrigens von dem Versuche hergestellt. Es hatte nicht mehr als $^2/_3$ an Gewicht von dem zugenommen, was es während des Versuchs verloren hatte. Bouffingault erklärt dies so, daß, da in der Gerste nur 3% Fett ist, und das Thier in 7 Tagen nur 165 Gr. Gerste gegessen hatte, es in dieser Zeit nur 5 Grammen Fett hätte bekommen können. Dieses steht in Verbindung mit der Meinung von Bouffingault, daß das Fett als solches in der Nahrung der Thiere vorhanden sein muß; aber eine viel natürlichere Erklärung ist die, daß die Taube krank von dem Hungerleiden geworden war und die Verrichtungen des Organismus dadurch so viel gelitten hatten, daß die Ernährung binnen 7 Tagen nicht hergestellt werden konnte.

Bouffingault aber, diese Versuche in Verbindung bringend mit dem was Chossat über Verhungern gelehrt hat, daß die Temperatur der aushungernden Tauben nicht sehr abnimmt, nämlich;

	Mittags	Mitternachts
Im natürlichen Zustande	42,22°	41,48°
Ausgehungert "	41,70°	38,42°

glaubt annehmen zu müssen, daß dieses Nichts gegen die Meinung beweist, daß die thierische Wärme von der in der Lunge gebildeten Kohlensäure und dem Wasser stammt. Der Unterschied ist jedoch groß. Eine ausgehungerte Taube verbrauchte wie es heißt

C 2,41 H 0,26

Eine gefütterte C 5,10 H 0,12

Die Menge Wasser, die durch die ausgeathmete Luft mitgeführt wird.

Sie ist keine constante und damit keine solche, daß man sagen könnte, die Luft sei mit Wasser gesättigt. Lavoisier nahm eine solche Sättigung an und Valentin hat sie später bestätigt, obgleich er selbst Versuche anführt, woraus das Gegentheil abzuleiten ist*). Man hat nach Valentins Vorgang eine Zeit lang allgemein die Sättigung der ausgeathmeten Luft mit Wasserdampf angenommen. Moleschott hat darüber einige Versuche ins Werk gesetzt **), woraus zu sehen ist, daß die Temperatur der Mundhöhle beim Menschen gleich 37° C. angenommen werden kann, und daß bei dieser Temperatur die Luft beinahe immer mehr Wasserdampf enthalten kann als die ausgeathmete Luft enthält, daß also die ausgeathmete Luft selbst nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, sondern verschieden mit gesättigter Luft versetzt ist, die bisweilen bis zur Hälfte von dem Wasserdampf betragen kann, der in der Luft enthalten sein kann bis zur Sättigung hingerechnet;

Er giebt einige Beispiele, woraus seine Resultate deutlicher werden. In derselben Menge der ausgeathmeten Luft fand er bei verschiedenen Versuchen Folgendes, während mit Wasser gesättigte Luft, in derselben Menge genommen, enthalten muß:

Gefunden	Gesättigte	Unterschied
0,054	0,074	0,020

Für die erste Menge werden 11,20 Sauerstoff, für die letzte 10,79 Sauerstoff gefordert. Der Unterschied ist also ansehnlich und läßt sich mit Bousſingault nicht aus der verminderten Transpiration beim Aushungern, nicht von der verminderten Masse des Thiers, nicht von der kleinern Menge der Excremente, die weniger Wärme aus den Körper führen, als im normalen Zustande, erklären.

Die Lehre von der thierischen Wärme liegt nicht in unserem Bereich. Thäte sie es, so würden wir nicht im Stande sein zu erklären, daß die Verbrennungstheorie darüber befriedigende Auskunft giebt.

*) Physiologie §. 421.

**) Holländische Beiträge 1846 S. 86.

Gefunden	Gesättigte	Unterschied
0,061	0,068	0,008
0,050	0,054	0,004
0,040	0,040	0,000
0,040	0,054	0,014
0,057	0,042	0,015
0,027	0,052	0,025

Dieses ist bis jetzt das Einzige, was wir über die Menge des Wassers in der ausgeathmeten Luft wissen. Daß die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt sein kann, mag schon daraus abgeleitet werden, daß der Organismus mit einer wässrigen Auflösung von festen Stoffen durchdrungen ist, nicht mit Wasser. Die Spannung des Wasserdampfes des Blutserums z. B. ist der des Wassers nicht gleich, wie die Spannung des Wasserdampfes der Salzauflösungen nicht der des reinen Wassers gleich ist. Eine Sättigung der ausgeathmeten Luft mit Wasserdampf kann nur dann möglich sein, wenn die Luft bei 37,6° über reines Wasser geleitet wird.

Ausathmung von anderen flüchtigen Stoffen.

So allgemein es bekannt ist, daß beim Ausathmen flüchtige organische Körper nach außen geführt werden, so unbekannt sind wir noch in Bezug auf die Art dieser Stoffe. Wir wissen auf welche Weise der Athem vieler Menschen und Thiere Gerüche von sich giebt, die zum Theil gegenwärtig flüchtigen Blutbestandtheilen zugeschrieben werden müssen, durch das Wasser, das aus den Lungen getrieben wird, mitgeführt. Wir wissen wie die ausgeathmete Luft im Stande ist das Verfaulen vieler Stoffe zu befördern, wie beim Typhus und andern Krankheiten besonders durch Aufnahme der ausgeathmeten Luft Ansteckung entstehen kann. Wissenschaftliche Eigenthümlichkeiten kennen wir von dieser ausgeathmeten Luft durchaus noch nicht. Marchand hat Am-

moniak darin angezeigt und man kann sich von der Anwesenheit desselben leicht überzeugen. Man athme nur einige Zeit durch verdünnte Salzsäure aus und übersättige diese mit Kali. Es entwickelt sich Ammoniak, das auf bekannte Weise nachgewiesen wird.

Die Schnelligkeit und die Masse, in welcher viele flüchtige Stoffe, wie Fuselöl, Spirituosa, Campher u. s. w. aus dem Blute verdampfen, beweisen die Möglichkeit der Verdampfung dieser Stoffe aus dem Blute durch die austretende Kohlensäure und das verdampfende Wasser und also auch die Anwesenheit dieser Stoffe in dem Blut. — Alkoholdämpfe werden auch im reichlichen Maaße aus dem Blute durch die Lungen entfernt.

In den Luftwegen, besonders bei alten Leuten, wird dann und wann ein schwarzer pulverförmiger Stoff abgesetzt, der fuligo respirationis genannt ist. Man hat ihn für Kohle gehalten, aber da keine Versuche damit angestellt waren, legten viele mit Recht keinen Werth auf diese Meinung. Melsens *) hat die Stoffe näher untersucht, und in der That die Meinung, daß es Kohle sei, unterstützt. Die Stoffe wurden möglichst gereinigt und gaben bei der Analyse verschiedene Resultate. Einmal 96,61 % C., ein andermal 89 % und 70 % Wasserstoff und Stickstoff kamen stets darin vor. Nehmen wir den höchsten Gehalt an Kohlenstoff, 96,61, dann wird man in der That zu der Meinung verführt, daß es Kohle ist, die noch einige organische Stoffe zurückgehalten hat. Viele Reactionen kamen auch mit der von Kohle überein. — Die organischen Stoffe, die damit gemengt sein müssen, die deshalb dann und wann den Kohlenstoffgehalt herunter drücken müssen, sind Schleim der Luftwege, Speichel und Epitheliumzellen, u. s. w.

Mit vollkommener Sicherheit ist es noch nicht ausgemacht,

*) Comptes Rendus. Tom. 19 p. 1292 u. Guilloz ibid. pg. 1291.

welchen Theil die Haut an dem Aufnehmen und Ausgeben von Gasen nimmt. Man nimmt jetzt an, daß bei dem Menschen und übrigen Säugethieren, die Haut nicht merklich daran Theil nimmt; eben so bei den Vögeln; aber bei den Reptilien scheint dies im Gegentheil statt zu finden; bei allen Thieren, die durch Tracheen Luft aufnehmen. Regnault und Reiset sahen viele Tage Frösche, denen die Lungen ausgenommen, Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausgeben.

Marchand hat bewiesen, daß, außer anderen Stoffen durch die Haut eben so wohl als durch die Lungen Ammoniak ausdunstet. — Uebrigens ist es bekannt, daß durch die Haut Wasser und mit dem Wasser andere Stoffe ausschwitzen, daß dieses aber bei verschiedenen Thieren sehr verschieden ist. Unsere Kenntniß hierüber ist noch sehr unvollkommen. (Siehe oben die Versuche von Scharling).

Veränderung des Bluts beim Athmen, Gase im Blute aufgelöst.

Die Fragen, ob der Sauerstoff und Stickstoff im arteriellen Blute als Gase aufgenommen sind, ob die Kohlensäure als Gas im venösen Blute anwesend ist und ob von diesen drei Gasen in beiden Blutsorten eine gewisse Menge angetroffen wird, sind von Davy, Mitscherlich, Van Enschut, Tiedemann und Gmelin, von Magnus, Marchand und Andern behandelt worden. Diese Fragen hängen mit einem sehr wichtigen Theil unserer Kenntniß des Athmungsprocesses zusammen, ja, mit der ganzen Lehre vom Stoffwechsel.

Um die Frage ohne Vorurtheil zu behandeln, ist es nöthig die Facta aufzuzeichnen, die als die besten darüber in der Wissenschaft aufgezeichnet sind. Vor allen kommen die Versuche von Magnus in Betracht, der diese Sache sehr aus-

Magnus *) hat die Menge Kohlensäure Sauerstoff und Stickstoff bestimmt die in den verschiedenen Blutarten als Gas aufgelöst sind. Er fand folgende:

Arterienblut eines Pferdes,	125	C. C.	gaben	9,8 Gas	5,4 CO_2, 1,9 O, 2,5 N
Venenblut desselben Pferdes,	205	»	»	12,2 »	8,8 CO_2, 2,3 O, 1,1 N
Dasselbe Blut »	195	»	»	14,2 »	10,0 CO_2, 2,5 O, 1,7 N
Arterienblut eines Pferdes,	130	»	»	16,3 »	10,7 CO_2, 4,1 O, 1,5 N
Dasselbe Blut »	122	»	»	10,2 »	7,0 CO_2, 2,2 O, 1,0 N
Venenblut von dems. Pferde	170	»	»	18,9 »	12,4 CO_2, 2,5 O, 4,0 N
Arterienblut eines Kalbes	123	»	»	14,5 »	9,4 CO_2, 3,5 O, 1,6 N
Dasselbe Blut »	108	»	»	12,6 »	7,0 CO_2, 3,0 O, 2,6 N
Venenblut von dems. Kalbe	163	»	»	13,5 »	10,2 CO_2, 1,8 O, 1,5 N
Dasselbe Blut	140	»	»	7,7 »	6,1 CO_2, 1,0 O, 0,6 N.

Wenn wir diese Resultate neben einander stellen, finden wir, daß Blut, arterielles und venöses, ungefähr 10 bis 12%

*) Poggend. Ann. Bd. 66.

dem Maaße nach an Gasen aufnimmt; nämlich 1471 C. C. geben 129,7; ferner sehen wir, daß:

C. C. 608 arterielles Blut enthalten 63,4 C. C. Gas.
» 863 venöses Blut » 66,3 » »

und daß also im arteriellen Blute mehr Gase aufgenommen sind.

Das Verhältniß der verschiedenen Gase ist:

	in 100 C. C. Blut.	
C. C. 608 arterielles Blut	39,5 CO_2	6,5
	14,7 O	2,4
	9,2 N	1,5
C. C. 863 venöses Blut.	47,5 CO_2	5,5
	10,1 O	1,2
	8,7 N	1,0.

Aus diesen Versuchen folgt also, daß das Vermögen des arteriellen Blutes, Gase aufzunehmen, größer ist, als das des venösen Bluts, sowohl für Kohlensäure als für Stickstoff; ferner daß in dem arteriellen Blut mehr Sauerstoff vorkommt, als im venösen und im größeren Verhältniß, als die Menge der Kohlensäure oder des Stickstoffs ist

	Arterielles	Venöses	Unterschied	Unterschied in der ganzen Menge
CO_2	6,5	5,5	1,0	1/6
O	2,4	1,2	1,2	1/2
N	1,5	1,0	0,5	1/3

Das auflösende Vermögen des arteriellen Bluts ist also größer, als das des venösen: für Sauerstoff 2 mal, für Stickstoff 1½ mal, für Kohlensäure 1⅕ mal, als das, was im venösen Blut an Gasen aufgenommen werden kann.

Aus diesen Angaben von Magnus, die ich vorsätzlich hergesetzt habe, um sie besser vergleichbar zu machen, folgt also, daß unmöglich aus dem als Gas in dem Blute anwesenden Sauerstoff die Wirksamkeit des Sauerstoffs als oxydirender Stoff hergeleitet werden kann; dazu ist der Unterschied zwischen der Menge Sauerstoff, der im arteriellen und venösen

Blute vorhanden ist, zu gering. — Aber noch mehr springt dieses bei der Kohlensäure in die Augen, welche im venösen Blut in geringerer Quantität, als in dem arteriellen gefunden wird. Wäre der Sauerstoff als Gas in dem arteriellen und die Kohlensäure als Gas in dem venösen Blute aufgelöst, dann müßte das arterielle viel mehr Sauerstoff, das venöse viel mehr Kohlensäure bei den Versuchen von Magnus gegeben haben.

Aus diesen Versuchen schließt Magnus, daß in den Lungen während des Athmens keine Oxydation statt findet, aber daß der aufgelöste Sauerstoff anderswo zur Oxydation angewandt wird, so wie auch nur anderswo gebildete Kohlensäure, aufgelöst im venösen Blute, durch die Lungen nach außen geführt wird. Nach seinen Versuchen wird beim Durchgange des arteriellen Bluts durch das Capillarsystems nur ein Theil Sauerstoff verbraucht, ungefähr die Hälfte von dem, welcher im arteriellen Blut vorhanden ist, die andere Hälfte bekommt das venöse Blut. Umgekehrt enthält das arterielle Blut, selbst nach dem Durchgange durch die Lungen, noch viel Kohlensäure, und wird mit der Kohlensäure des venösen Bluts in den Lungen nicht ganz ausgetrieben.

Daß Magnus mehr Kohlensäure im arteriellen Blut als im venösen fand, ist offenbar ein Fehler: Wir wollen uns hier nicht dabei aufhalten, weil in jedem Fall von ihm im arteriellen Blut freie Kohlensäure als Gas aufgelöst gefunden ist.

Während Marchand diese Resultate im Allgemeinen bestätigt hat und wir es als gegründet ansehen können, daß sowohl Sauerstoff, als Stickstoff und Kohlensäure im arteriellen und venösen Blut aufgelöst vorhanden sind, ist damit gleichwohl die Oxydation des Bluts in den Lungen nicht widerlegt, eine Oxydation, die in den Lungen beginnen kann, aber deshalb in den Lungen nicht vollendet wird; im Gegentheil, da wir einmal wissen, daß Sauerstoff als Gas in

dem Blute aufgelöst ist, ist es sicher, daß die Oxydation überall vor sich gehen kann wo Blut Sauerstoff aufgelöst hält.

Marchand *) hat dieses so zu widerlegen gesucht, daß er Sauerstoff in das Blut leitete, nachdem er vorher durch Wasserstoff und die Luftpumpe alle Kohlensäure verjagt hatte; hiedurch veränderte er das Blut in arterielles — das heißt, er gab ihm die Farbe des arteriellen Blutes.

Beim Durchleiten von Sauerstoff einige Stunden hinter einander, sah er durch dieses Gas, welches aus dem Blut trat und in Barytwasser geleitet wurde, keine Spur Kohlensäure entstehen und giebt auch einem früheren Versuch von Scherer, der Fibrin nach einigen Tagen viel Sauerstoff aufnehmen sah, nicht das Recht, einen andern Schluß daraus zu ziehen, als daß das Fibrin durch Zersetzung — z. B. Fäulniß — das Vermögen bekommen habe.

Es kann die Frage nicht sein, ob Marchand in diesem Schluß Recht hat; aber seine Versuche beweisen Nichts für das Blut in dem Gefäßsystem. Es müßte doch sehr sonderbar sein, wenn feste, zu Fasern gewordenes Fibrin sich so verhielte, wie aufgelöstes im Blute gleichmäßig vertheiltes Fibrin, wenn die Hülle der Blutkörperchen, das ganze Blut mit einem Worte, nach der Coagulation des Fibrins sich so verhielte, wie mit dem aufgelösten Fibrin. — Im ausgeleerten Blute kann man solche Erscheinungen nicht erwarten, wie in dem Blute in den Gefäßen hervorgebracht werden; das ist es, was wir schließen können, und das alleine, weil das aufgelöste Fibrin fest geworden ist.

In Beziehung auf die aus der Menge der im Blut vorhandenen Gase gezogenen Beschlüsse, daß sie — die Kohlensäure und der Stickstoff und namentlich der Sauerstoff — nur aufgelöst sein sollten, daß der Sauerstoff besonders nicht auch zum Theil chemisch gebunden werden soll, sobald er mit

*) Journ. f. pr. Chemie Bd. 35, S. 385.

dem Blut in den Lungen in Berührung kommt um die chemische Verbindung in der linken Herzkammer und den Arterien fortzusetzen — habe ich schon vor einigen Jahren *) auf Lücken aufmerksam gemacht, die an den Versuchen von Magnus und Marchand übergeblieben sind. — Man muß von der Absorption des Sauerstoffs vom venösen Blute ausgehen, dieses geschützt vor der Berührung mit Luft auffangen, mit einer gewissen Menge Sauerstoff in Berührung bringen, dann untersuchen wie viel hiervon aufgelöst wird und endlich versuchen durch ein anderes Gas den Sauerstoff wieder zu verdrängen. Nähme das Blut z. B. 12 % Vol. Sauerstoff auf und könnte man durch Kohlensäure nachher nicht wieder 12 % Vol., sondern nur z. B. 8 % austreiben, dann würden 4 % Sauerstoff vom Blute chemisch gebunden sein.

Nach dieser Methode sind noch keine Versuche ausgeführt. Und es ist in der That die Frage, was sie lehren würden. Würde man das Blut nicht auf 37,6° warm erhalten, nicht mit der innern Seite einer Arterie in Berührung bringen, dann würde jede Vergleichung mit dem, was im Gefäßsystem vorgeht, unmöglich sein, eine Vergleichung, die darum alleine schon unvollkommen ist, weil beim entleerten Blute das Fibrin fest wird und dieses ohne Frage zu den zuerst oxydirt werdenden Stoffen des Bluts gehört.

Aber wenn es schon für unmöglich gehalten werden kann das Blut außerhalb des Körpers in die Verhältnisse zu bringen, unter welchem es im Körper in den großen Adern sich befindet und diese Sache also erfahrungsmäßig eigentlich niemals erledigt werden kann, so kennen wir doch durch Blutanalyse hinreichende Unterschiede in dem Gehalte an sauerstoffreichsten Bestandtheilen — z. B. Fibrin — im arteriellen und venösen Blute, daß dadurch schon entschieden werden kann, ob wirklich eine Oxydation in den Lungen stattfindet.

*) Holländische Beiträge 1846 S. 20.

Nach den Unterſuchungen von Simon über die Menge Fibrin im Pferdeblut, iſt kein Unterſchied zwiſchen der Menge Fibrin im arteriellen und venöſen Blute aus der Vena jugularis; Nach Hering iſt aber die Verſchiedenheit bei der Kuh und dem Schafe außer allem Zweifel; auch nach Simon zwiſchen dem arteriellen Blut und das der Vena portarum beim Pferde; die Menge Fibrin iſt in 1000 Theilen Blut:

	Arterielles	Venöſes
Kuh —	7,6	6,6
Schaf —	6,1	5,3
Pferd —	11,2	8,4

Ohne Zweifel iſt das Fibrin reicher an Sauerſtoff als das Albumin. Da aber im arteriellen Blut mehr Fibrin gefunden wird, als im venöſen, und darin kein Körper vorkommt, der dieſen Unterſchied ausgleicht, ſo ſpricht der größere Fibringehalt des arteriellen Blutes für eine unmittelbare Oxydation des Bluts in den Lungen und für eine fortdauernde in den Arterien. — Ich ſehe gegenwärtig nicht ein, wie dieſer Punkt anders zu erklären iſt.

Ueberdies iſt es unhaltbar, in einer ſo zuſammengeſetzten Flüſſigkeit, wie das Blut iſt, nur von einer Auflöſung des Sauerſtoffs zu ſprechen. Ich laſſe jetzt die Blutkörperchen außer Rechnung, da wir wohl annäherungsweiſe, aber nicht mit der Genauigkeit, die hier nöthig iſt, die Zuſammenſetzung ihrer Hüllen kennen. Aber es ſind noch ſo viele der Oxydation fähige Stoffe in den Lungen, daß eine einfache Auflöſung des Sauerſtoffs in dem Blute der Lungen undenkbar iſt.

Für jede chemiſche Wirkung iſt Zeit nöthig; auf einmal wird die Oxydation ſicher nicht zu Stande kommen; es iſt ſtets Sauerſtoffgas in dem arteriellen Blut und die Oxydation ſchreitet alſo fort; ſie kann in dem Capillarſyſtem, durch den Einfluß der eintretenden Nahrungsflüſſigkeit unterſtützt werden und dort ihre Grenze erreichen. In den Venen geſchieht ſie ſicher nicht oder unbedeutend, obgleich auch im ve-

nösen Blut Sauerstoff vorkommt und die Hauptbedingung zur Oxydation also auch hier besteht.

Aus einem größern Fibringehalte des arteriellen als des venösen Bluts, der sicher bewiesen ist, schließen wir also mit Recht auf eine wahre Oxydation des Bluts in den Lungen ohne darum schon die Frage in Bezug auf die ganze Menge des Sauerstoffs im arteriellen Blut gelöst zu haben. Im Gegentheil, die Anwesenheit des Sauerstoffs als Gas im arteriellen und venösen Blut ist unzweifelhaft; im arteriellen ist mehr als im venösen.

Ist nun die größere Menge Fibrin im arteriellen Blut — und welches also in den Lungen aus den Bestandtheilen des venösen Blutes gemacht werden muß — der alleinige Träger des Sauerstoffs der chemisch beim Athmen in den Lungen unmittelbar gebunden wird? Es ist Grund vorhanden in den Hüllen der Blutkörperchen einen zweiten Stoff, fähig Sauerstoff zu binden, anzunehmen. Wir wollen indessen, nach dem was wir davon beim Blut S. 351 mitgetheilt haben, hievon nichts mehr erwähnen, sondern die Sauerstoffverbindung der Blutkörper in so weit unentschieden lassen, als sie vielleicht der Zersetzung unter dem Einfluß der Kohlensäure empfänglich sind. Die Blutkörperchen schrumpfen zusammen durch den Sauerstoff und werden ausgedehnt durch Kohlensäure; man kann dieses mit denselben Blutkörpern einigemal wiederholen. Ist nun auch die Verbindung der Blutkörperchen mit Sauerstoff eine sehr lose, so ist sie doch eine Verbindung, die von anderer Art ist, als die Auflösung von Sauerstoff im Wasser.

Es existiren unmittelbar durch Oxydation aus den Proteinverbindungen im Blut hervorgebrachte Oxydationsproducte, die beiden Oxy.-Proteine; sie sollen aus dem Fibrin entstehen.

Es sind also genug Oxydationsproducte, die in den Lungen bereitet werden, im Blute anwesend, um die Anwesenheit

des gasförmigen Sauerstoffs im arteriellen Blute zu erkennen, und um dabei auch den unmittelbaren Verbrauch des Sauerstoffs zur Oxydation in den Lungen als unbestreitbar fest zu stellen.

Um gleichwohl das Verhältniß, das zwischen aufgelöstem und chemisch gebundenem Sauerstoff besteht, besser zu verstehen, wollen wir genauere Versuche von Magnus in Erwägung ziehen, die uns zugleich den Weg zur Erkenntniß der Art und Weise bahnen sollen, wie die Kohlensäure in dem Blute vorkommt.

Die letzten Versuche von Magnus, hervorgerufen durch eine Kritik Gay-Lussac's über seine ersten Versuche, die bestimmen sollten wie große Mengen von Gasen durch das Blut aufgenommen und daraus wieder verdrängt werden können*), haben folgende Resultate gegeben.

Blut wird mit atmosphärischer Luft lange geschüttelt und gesättigt, dann mit Kohlensäure geschüttelt und jedesmal neue Mengen Kohlensäure genommen, um die atmosphärische Luft wieder aus dem Blute zu verdrängen. Zum Vergleich stellte er denselben Versuch mit Wasser an und bekam auf 100 Theile Wasser 2,35 Theile Luft, aus 26 Sauerstoff und 74 Stickstoff zusammengesetzt.

Blut von Pferden, Kälbern, Kühen gaben übereinstimmende Resultate. Er fand, auf die genannte Weise atmosphärische Luft durch Kohlensäure verdrängend, in 100 Theilen Blut 12,5 bis 10 % Sauerstoff und 3,3 bis 1,7 % Stickstoff bei 0° und 760 Mm. Hier ist also durch das Blut viel mehr Luft aufgenommen als durch das Wasser aufgenommen werden kann und viel mehr Sauerstoff im Verhältniß zum Stickstoff, als das Wasser aufnehmen kann. Diese beiden Gase werden als solche aufgesogen und konnten durch Kohlensäure

*) Poggendorfs Ann. Bd. 66 S. 171.

als Gase wieder ausgetrieben werden, woraus man auf ein großes Vermögen des Blutes Gase aufzulösen, schließen kann.

Aus diesen Versuchen kann gleichwohl keine Folgerung gezogen werden für die eigentliche Menge durch das Blut aufgelösten Sauerstoff und Stickstoff, sondern alleine erkannt werden, wie viel durch Kohlensäure verdrängt werden kann. Um diese kennen zu lernen, hat er Blut mit immer erneuerter Kohlensäure geschüttelt und dadurch alle atmosphärische Luft verjagt. Darauf wurde das Blut mit gemessenen Mengen Luft geschüttelt und die übergebliebene Menge derselben gemessen, die ausgetriebene Kohlensäure absorbiren gelassen und die überbleibende Luft untersucht. Auf diese Weise sah er, daß von 16 bis 10 % Sauerstoff und 6,5 Stickstoff absorbirt werden, also annäherungsweise die Mengen, Sauerstoff und Stickstoff, die durch Kohlensäure im Blute verdrängt werden können, nachdem dieses vorher vollkommen mit Luft gesättigt ist. Hierbei ersetzen sich im Ganzen keine gleiche Volumina der Gase. In einem mit Kalbsblut angestellten Versuche, schüttelte Magnus das Blut mit Luft und darnach mit Kohlensäure. Es lieferte 11,6 % Sauerstoff, aber absorbirte zugleich 154 % Kohlensäure. Darauf wurde das Blut mit atmosphärischer Luft geschüttelt. Es absorbirte 15,8 % Sauerstoff und gab 138,4 % Kohlensäure aus. Nun wurde es nochmals mit Kohlensäure geschüttelt, und gab 9,9 % Sauerstoff, wogegen es 92,1 % Kohlensäure aufnahm.

Lassen wir die großen Abweichungen in diesen Versuchen die sich nicht erklären lassen, unberücksichtigt, so sehen wir doch:

1) Sauerstoff wird als Gas in reichlicher Menge vom Blute absorbirt.
2) Sauerstoff wird in beträchtlich größerem Maaße vom Blute, als Stickstoff, aufgenommen und im Vergleich mit Wasser ist das absorbirende Vermögen des Bluts für Sauerstoff, Stickstoff gegenüber, besonders groß.

3) Sauerstoff und Stickstoff können, wenigstens zum Theil, durch Kohlensäure aus dem Blute verdrängt werden.

4) Kohlensäure kann umgekehrt durch atmosphärische Luft aus dem Blute verdrängt werden und in Verhältnissen, die nicht allein von dem viel größern Vermögen der Kohlensäure von Wasser aufgelöst zu werden, als Sauerstoff und Stickstoff davon absorbirt werden können, abhängen. Nehmen wir dazu nochmals die Resultate der letzten Versuche und erinnern uns dabei, daß 100 C. C. Wasser 106 C. C. Kohlensäure und 6,5 Sauerstoff aufnehmen.

100 Theile Blut mit Luft gesättigt gaben:
Durch Kohlensäure . . 11,6 Sauerstoff.
Und absorbirten dabei . . 154 Kohlensäure.
Mit Luft geschüttelt wurden
ausgetrieben . . . 138,4 »
Und nahmen dabei auf . 15,8 Sauerstoff.
Geschüttelt mit Kohlensäure
wurden erhalten . . 9,9 »
Und nahmen auf . . . 92,1 Kohlensäure.

Woher verdrängen oder werden verdrängt 11,6 — 15,8 — 99 C. C. Sauerstoff von 158 — 138,4 — 92,1 C. C. Kohlensäure in 100 Theilen Blut. Eine einfache Absorption ist hier nicht.

5) Als allgemeine Resultate der Versuche von Magnus, die Marchand bestätigt hat *), kann abgeleitet werden, daß das Blut aufsaugen kann:
In 100 Maaßen 150 Maaße Kohlensäure
10 bis 12 » Sauerstoff.
6,5 » Stickstoff.

Wenn wir auf die große Menge Kohlensäure achten, die

*) Journal f. pr. Chemie Bd. 35 S. 385.

venöses und arterielles Blut aufnehmen können, eine Menge, die viel größer ist, als die, welche von andern Gasen, z. B. Sauerstoff aufgenommen wird, denken wir zuerst an die Fähigkeit des Wassers viel mehr Kohlensäure als Sauerstoff absorbiren zu können.

Dies Vermögen ist bekannt. Das reine Wasser nimmt bei gewöhnlicher Temperatur mehr als sein Volumen Kohlensäure, nämlich nach de Saussure 106 CO_2 in 100 Vol. Wasser, auf; bei 37,6° etwas weniger als sein Volumen Kohlensäure; nehmen wir gleiche Volumina Wasser und Kohlensäure an. Der Sauerstoff wird in viel geringerem Maaße von Wasser aufgenommen und nur zu 6,5 Vol. in 100 Vol. Wasser; Stickstoff 4,2 Vol. in 100 Vol. Wasser u. s. w.

Aus dem was wir nun vom Blut in Bezug auf die Gase wissen, die dadurch aufgelöst werden können, folgt, daß eine einfache Auflösung dieser Gase nicht vor sich gehen kann, denn 100 Vol. Blut nehmen die folgenden Mengen der genannten Gase auf, woneben wir diejenigen setzen wollen, die das Wasser aufnehmen kann.

	Blut	Wasser
Kohlensäure	150	106
Sauerstoff	11	6,5
Stickstoff	6,5	4,2

Wenn wir das verschiedene Absorptionsvermögen des Bluts und Wassers für Stickstoff außer Acht lassen, weil dieses klein ist und wir hier keine absolute Genauigkeit fordern können, dann ist es doch sicher, daß das Wasser im Blute doch die Ursache von der Anwesenheit einer so großen Menge Sauerstoff und Kohlensäure nicht sein kann. Glaubt man, daß in dem Wasser des Bluts feste Körper aufgelöst sind, wodurch dieser Unterschied ausgeglichen werden kann, dann spricht die Erfahrung in Bezug darauf gerade umgekehrt. Durch das Lösen von festen Körpern im Wasser wird das Absorptionsvermögen des Wassers für Gase geringer. Z. B.

	Kohlensäure aufgelöst in 100 Volumen der Flüssigkeit
Wasser	106
Salmiakauflösung (27,5 auf 100)	75
Auflösung von arabischem Gummi (25 auf 100)	75
» Zucker (25 auf 100)	72
» Alaun (9 auf 100)	70
» Chlorkalium (26 auf 100) . .	61
» Chlornatrium (29 auf 100) . .	33
» Chlorcalcium (40, 2 auf 100) .	26 *)

Zucker, Gummi, Zucker, alle feste Körper vermindern also das Absorptionsvermögen des Wassers für Kohlensäure. Wo diese Verhältniße nicht inne gehalten werden, da haben wir es mit keiner einfachen Auflösung zu thun. **)

Inzwischen finden wir eine Uebereinstimmung zwischen Blut und Wasser in Ansehung der Gase, die einander verdrängen können, welche unsere Aufmerksamkeit verdient. Kohlensäure — Wasser, mit Sauerstoff oder Stickstoff geschüttelt, verliert Kohlensäure und nimmt Sauerstoff oder Stickstoff auf; dabei verliert das Wasser viel Kohlensäure bei Aufnahme von nur wenig Sauerstoff und Stickstoff. Grade so ist es bei dem Blut. Umgekehrt verdrängt viel Kohlensäure nur wenig Sauerstoff oder Stickstoff aus damit gesättigtem Wasser, wiederum gerade so wie es bei dem Blute der Fall ist. Aber

*) De Saussure in Berzelius Lehrbuch 1. S. 442. 1843.

**) Gay-Lussac hat diesen Punkt in seinen Anmerkungen gegen die Versuche von Magnus ausführlich aus einander gesetzt (Journ. de Pharm. et de Chemie. Juin, 1844 pg. 409), wo er angiebt, daß die Meinung von Magnus, nach welcher wie angeführt keine chemische Bindung von Sauerstoff oder Kohlensäure im Blute statt finden soll, ungereimt ist. Nach der Menge Kohlensäure, die in einer Minute ausgeathmet wird, der Menge Pulsschläge, die in einer Minute geschehen, der Menge Blut, die bei jedem Herzschlag durch das Herz — und also auch durch die Lungen — geführt wird, müßte das arterielle Blut fast sein Volumen Sauerstoff als Gas besitzen müssen, während Magnus nur 10 bis 12 Vol. gefunden hat.

Die Ansicht von Magnus ist darum schon unhaltbar.

auch hier besteht ein Unterschied zwischen Wasser mit Gasen und Blut mit Gasen behandelt. Wir brauchen, um die Verschiedenheit zu sehen, nur einen Blick auf die Resultate von Magnus zu werfen, die wir Seite 1177 mitgetheilt haben. Mit Luft gesättigtes Wasser mit Kohlensäure geschüttelt dann wiederum mit Luft geschüttelt, darauf wieder mit Kohlensäure u. s. w., lieferten nicht, wie Wasser oder eine Salzauflösung, z. B. von Kochsalz oder Salmiak es thun sollen, dieselbe Menge Kohlensäure, dieselbe Menge Sauerstoff, sondern die Menge der Kohlensäure nahm ansehnlich ab, und lassen wir den Sauerstoff einen Augenblick aus der Rechnung, weil darin eine Unregelmäßigkeit herrscht, so ist es doch in die Augen fallend, daß für dasselbe Blut die Menge Kohlensäure so sehr abnimmt. 100 C. C. mit Luft gesättigtes Blut gaben.

	11,6 Sauerstoff und absorbirten dabei 154 C. C. CO_2
mit Luft geschüttelt	138,4 CO_2 . . . . . 15,8 Sauerstoff
darauf mit Kohlensäure geschüttelt	9,9 Sauerstoff . . . . . 92,1 CO_2

Also 154 — 138,4 — 92,1 CO_2.

Es ist hier keine andere Erklärung möglich als die, daß da mehr und mehr Kohlensäure im Blute zurückbleibt nach erneuerter Zufuhr von Sauerstoff; daß diese Kohlensäure nicht mehr so im Blute aufgelöst ist, daß sie von andern Gasen verdrängt werden kann.

Die 154 Vol. absorbirter Kohlensäure sind für reines Wasser schon 48 Vol. zu viel; überdies vermindern noch die Salze u. s. w. des Bluts das Vermögen des Wassers Kohlensäure aufzunehmen. Sollten 100 Theile Blut ein eben so großes Vermögen haben Kohlensäure aufzunehmen, als 75 Wasser + 25 Zucker = 100, dann würden statt der 154 Vol. CO_2 72 sein und also für das Blut 82 Vol. zu viel.

Mit dem Sauerstoff ist es ebenso; Wasser nimmt nur

6,5 Sauerstoff auf und Blut 10 bis 12, setzen wir 11. — Der Sauerstoff ist in Salzauflösungen weniger auflösbar, als in Wasser.

Von den 154 Vol. Kohlensäure verdrängen 15,8 Sauerstoff (es ist zu bedauern, daß der Stickstoff hierbei nicht angegeben ist) eine Menge Kohlensäure von 138,4 Vol., so daß 16,6 Vol. CO_2 in dem Blute zurückbleiben. Beim neuen Schütteln des Bluts mit Kohlensäure wurden nicht, so wie es bei Wasser geschehen wäre, 15,8 Sauerstoff ausgetrieben, dieselbe Menge, die bei der letzten Behandlung mit Luft ausgetrieben wurde, sondern 9,9 Vol. und es wurden nicht 138,4 CO_2 aufgenommen, sondern 92,1 CO_2. Das Blut hat also eine chemische Veränderung erlitten. Es giebt viel weniger Sauerstoff ab, sondern hält ihn zurück, verbindet sich chemisch damit und nimmt nach der Oxydation viel weniger Kohlensäure auf. In der That.

154 — 138,9 — 92,1 — Vol. CO_2

konnten keinen Zweifel in Bezug auf die chemische Veränderung lassen; welche das Blut durch den Sauerstoff erlitten hat.

So spricht denn auch diese Erscheinung sicher genug für die Auflösung der Kohlensäure und des Sauerstoffs als Gase im Blut, aber zugleich für chemische Veränderung des Bluts während der Absorption.

Aus dem bisher Angeführten schließen wir also: das Blut löst Gase auf, so wie alle Flüssigkeiten, aber das nur auflösende Vermögen erklärt durchaus nicht, wie sich das Blut dabei verhält; im Gegentheil kann allein chemische Thätigkeit, die hiebei eintritt, die Eigenthümlichkeit erklären, welche das Blut hiebei darbietet.

Um die Abweichung zu erklären, die das Blut zeigt, indem es eine größere Menge Kohlensäure und Sauerstoff auflösen kann, als Wasser es thut, während bei einfacher Auflösung der Gase, da feste Körper im Blute anwesend sind, die-

ſes gerade umgekehrt ſein müßte — müſſen wir daher die Wirkung des Sauerſtoffs und die der Kohlenſäure unterſcheiden, beide als chemiſche Körper mit dem Blute in Verbindung gebracht. Die Wirkung muß theilweiſe für beide übereinſtimmend ſein, namentlich für ſolche, die zwiſchen einer kräftigen Verbindung und einer einfachen Auflöſung dazwiſchen liegt, alſo eine Oxydation, die leicht wieder aufgegeben werden kann.

Ich ſpreche hier nicht von der fortdauernden und anhaltenden Einwirkung des Sauerſtoffs, die auf gewöhnliche Oxydation ausläuft, z. B. Fibrinbildung, ſondern nur von der zu unterbrechenden Oxydation von Blutbeſtandtheilen, unterbrechbar durch Kohlenſäure z. B., und umgekehrt, von unterbrechbaren Kohlenſäureverbindungen, unterbrechbar durch Sauerſtoff. — Von der letztern haben wir ein Vorbild in $2\,CO_2\,FeO$ das durch Sauerſtoff getrennt wird in $2\,CO_2$ und $Fe_2\,O_3$, mit welchem Eiſenoxyde eine abwechſelnde Menge Kohlenſäure verbunden bleibt.

Von der erſteren haben wir ein Beiſpiel in dem Bariumſuperoxyde, welches durch Kohlenſäure in $CO_2\,BaO$ und O zerlegt wird.

Solche eine allmälige unterbrechbare Verbindung des Sauerſtoffs und der Kohlenſäure ſcheint in den Hüllen der Blutkörperchen vorzugehen.

Für die Kohlenſäure iſt die leicht aufzuhebende Verbindung in der ältern Wiſſenſchaft in den kohlenſauren Salzen angenommen, aber ſeitdem man keine Carbonate in dem Blut mehr annimmt, wieder aufgegeben. Jetzt mögen wir — nein müſſen wir — wieder Carbonate in dem Blute annehmen und zwar Bi-Carbonate; denn das venöſe Blut iſt reich an Kohlenſäure.

Geben die kohlenſauren Salze Aufſchluß über die Austreibung der Kohlenſäure aus dem venöſen Blut? Sie brauchen es nicht alleine zu thun, denn die Auflöſung von Koh-

lensäure in Wasser allein — und also auch in Blutwasser — ist bekannt; die Verbindung der Kohlensäure mit der Hülle der Blutkörperchen ist bewiesen. Es sind da schon zwei Stellen der Kohlensäurebindung im Blute, ausgenommen die Carbonate, welche allmälig die Bi-Carbonate bilden, die aber auch allmälig wieder zerstört werden.

Untersuchen wir sie zusammen und getrennt, so weit es möglich ist. Untersuchen wir zuerst, ob da wirklich chemisch gebundene Kohlensäure, wie und womit dann auch verbunden im Blute vorkommt. Dazu mögen die folgenden Versuche dienen, welchen ich einige mit dem Eiweiß von Hühnereiern angestellt vorangehen lasse.

In eine getheilte Röhre ließ ich über Quecksilber Kohlensäure steigen und brachte ungefähr 7 C. C. Eiweiß von Hühnereiern da hinein. — Nach 24 Stunden waren 7 C. C. Kohlensäure weniger in der Röhre — bei ungefähr derselben Temperatur ist die Kohlensäure nur mit dem Alkali oder mit dem Albumin verbunden worden? Keins von beiden; sowohl Albumin als auch das Alkali des Eiweißes waren mit einander verbunden; die Kohlensäure wurde nur von dem Wasser des Eiweißes aufgenommen. Der Beweis hierfür ist der folgende. Es wurde nämlich ungefähr 1 C. C. starke Essigsäure durch das Quecksilber in die Röhre gelassen, wodurch die chemisch gebundene Kohlensäure reichlich ausgetrieben werden konnte. Nach 24 Stunden, wieder bei nahe derselben Temperatur, wurde keine Vermehrung des Gases gesehen, sondern selbst noch eine Verminderung von 1 C.C. Die Essigsäure hatte noch Kohlensäure aufgenommen*).

*) Starke Essigsäure z. B. von 1,053 spec. Gew. nimmt bei 15° eine bedeutende Quantität Kohlensäure auf. In eine Röhre halb mit Kohlensäure halb mit Quecksilber gefüllt und auf die Quecksilberglocke gestellt, wurde durch eine Pipette von der genannten Essigsäure eine Menge von 100 C. C. gebracht und 24 Stunden lang Alles sich selbst überlassen. Nach dieser Zeit war das Gas bei 19,5° um 130 C. C. vermindert; die Essigsäure absorbirt also mehr Kohlensäure als das Wasser. — Ich habe mich durch viele Versuche davon überzeugt.

Deshalb hatte hier zuerst das Wasser des Eiweißes und dann das Wasser des Eiweißes und der Essigsäure zusammen Kohlensäure aufgenommen, die Essigsäure hat die gebundene nicht wieder in Freiheit gesetzt und sogar Nichts davon ist frei geworden.

Dieser Versuch beweist zugleich, daß in dem Weißen der Hühnereier keine Carbonate sind, sondern daß das Eiweiß darin mit dem Alkali vereinigt sein muß.

Ein Versuch mit einer größern Menge Eiweiß und einer größern Menge Essigsäure gab wiederum dasselbe Resultat, die Menge der absorbirten Kohlensäure stand im Verhältniß zu der Menge der Flüssigkeit, ungefähr als wenn man Wasser gesättigt hätte.

Macht man diese Versuche mit dem Serum von Kuh-, Schaf- oder Menschenblut, dann sieht man stets etwas mehr als ein gleiches Volumen Kohlensäure von dem Serum aufgelöst.

Aus vielen Versuchen, die ich darüber mit Herrn Gunning angestellt habe *), ist abgeleitet, daß das Folgende als Mittel von 20 Sorten Blutserums angenommen werden kann.

200 Vol. farbloses Serum nahmen auf:

Kohlensäure	233,75 Vol.
Es wurde zugefügt Essigsäure von 1,053 spec. Gew. . .	40,7 »

Auf dieselbe Weise wurde in eine Glocke halb mit Kohlensäure, halb mit Wasser gefüllt, destillirtes Wasser gebracht. Die Menge Wasser war 13,75 CC. Nach 24 Stunden waren 13,75 CC Kohlensäure bei 16,5° durch das Wasser absorbirt, das ist ungefähr die davon bekannte Menge.

Essigsäure und Wasser absorbiren also mehr Kohlensäure als Wasser allein.

Treibt nun Essigsäure aus einer wässrigen Flüssigkeit Kohlensäure aus, dann ist die Kohlensäure gebunden und nicht nur in der Flüssigkeit aufgelöst gewesen.

*) Scheik. Oudern. Deel V. pg. 435.

Und dadurch Kohlensäure wieder ausgetrieben . . . . 93,13 Vol.
In der Essigsäure wurden Kohlensäure zurückgehalten . . 52,9 »

200 Vol. Serum können deshalb 93,13 + 52,9 Vol. = 146,03 Vol. CO_2 oder:

100 Vol. Blut können 73 CO_2 chemisch gebunden aufnehmen, das ist ¾ von seinem Volumen.

Diese Kohlensäure ist sicher, auf welche Weise es auch sein mag, chemisch gebunden, und muß durchaus nicht als aufgelöstes Gas angesehen werden. Es wird namentlich durch eine Säure aus dem Blute ausgetrieben, das sich in einer Atmosphäre von Kohlensäure befindet.

Auf diese Weise glaube ich, ist die Frage in Bezug auf die Anwesenheit von chemisch gebundener Kohlensäure im Blute vollkommen gelöst.

Im Blutserum kommen also, verschieden vom Hühnereiweiß, kohlensaure Salze vor. Aber welche kohlensaure Salze sind dies? Ist es kohlensaures Globulin, Albumin, Fibrin, oder diese mit kohlensaurem Natron oder Kali? Dieser Punkt ist keiner vollständigen Entscheidung fähig; aber wir lernen doch aus den mitgetheilten Versuchen eine Besonderheit, die wichtig genug ist, um unsere Aufmerksamkeit näher darauf zu richten.

Das Blutserum kann mehr gebundene Kohlensäure aufnehmen, als in dem reinen Wasser des Serums aufgelöst bleiben kann. Das Vermögen der Essigsäure, Kohlensäure zu absorbiren, sahen wir ist größer, als das des Wassers. Blutserum nimmt mehr Kohlensäure auf, als wenn es reines Wasser wäre, das ist mehr als sein Volumen und nach der Behandlung mit Essigsäure giebt es, mit dem was in der Essigsäure zurückbleibt, so viel zurück, daß dieses ¾ von seinem Volumen ausmacht.

Daß wirklich Kohlensäure chemisch gebunden im Blute

vorkommt, kann durch Vermengung von Blut mit einer Säure nicht gezeigt werden. Man lasse in eine mit Quecksilber gefüllte Röhre, die in die Quecksilberwanne gestellt ist, starke Essigsäure aufsteigen und darnach frisches Blutserum. Die starke Essigsäure sinkt sogleich in das Serum und verursacht eine geringe Gasentwickelung von Sauerstoff und Stickstoff; auf eine Menge von 20 CC Essigsäure von 1,053 spec. Gew. in 42 CC Serum sah ich ungefähr 1 CC Sauerstoff und Stickstoff aus dem Serum des Kuhblutes frei werden. Wäre es Kohlensäure gewesen, so hätte keine Entwickelung stattfinden können, denn Essigsäure vermindert das Absorptions-Vermögen des Wassers für Kohlensäure nicht, sondern vermehrt es. Diese 1 CC atmosphärischer Luft, so entwickelt, haben deshalb mit Kohlensäure nichts gemein; Niemand wird dadurch zu Irrthum verleitet.

Nachdem wir die Anwesenheit der Carbonate im Blute angenommen und gesehen haben, daß diese Carbonate im Blute Bicarbonate bilden können, ist es noch die Frage, welche diese sind: Carbonate von Fibrin, Albumin, Globulin? oder von Soda und Kali?

Es existirt ein kohlensaures Albumin. Coagulirtes Eiweiß wird von Kohlensäurewasser in geringer Menge aufgelöst. Aber im Eiweiß von Hühnereiern, worin keine kohlensaure Salze sind, ist das Albumin mit Kali gesättigt; im Blutserum, worin kohlensaure Salze vorkommen, ist sicher Alkali genug vorhanden, um das Albumin ganz und gar zu sättigen. — Ein kohlensaures Albumin, obgleich es bestehen kann, ist also nicht im Blute. Coagulirtes Fibrin sah ich nicht besonders geeignet Kohlensäure zu absorbiren. Im aufgelösten Zustande im Blute kann dieses anders sein; wir wissen es jedoch nicht.

Es bleibt also kohlensaures Globulin über, worunter wir hier die Verbindung der Kohlensäure mit den Hüllen der

Blutkörperchen verstehen wollen. Daß sie besteht ist bekannt, aber es ist die Frage, ob sie die Ursache der Erscheinungen sein kann, die wir besprechen? Kann es abwechselnde Mengen Kohlensäure aufnehmen und durch eine Säure wieder abgeben? Es ist mehr als wahrscheinlich; aber dann bleibt noch die Frage, wie viel Antheil dieses organische Carbonat an den Erscheinungen hat?

Wir können hier nicht entscheiden, aber da unsere Versuche mit Serum angestellt sind, mit solchem Serum, das frei von Blutkörperchen war, so haben für das Serum zuerst kohlensaures Natron und Kali Belang. Das Albumin im Serum ist sicher mit Alkali gesättigt und Fibrin und Blutkörperchen waren im Serum anwesend. Die Anwesenheit von Carbonaten, die Bicarbonate bilden können, ist aus den Versuchen ersichtlich. Die Kohlensäure, welche beim Stoffwechsel entsteht, kann, ja muß die Carbonate in Bicarbonate umwandeln. Das kohlensaure Kali und Natron, die im Blut vorhanden, weisen auf die Anwesenheit dieser Salze im Blut.

Phosphorsaures Natron (PO_5, $_2NaO$, HO) nimmt Kohlensäure auf und giebt sie auf Zusatz einer Säure wieder von sich. Eine Auflösung von nicht getrocknetem phosphorsauren Natron, von der folgenden Stärke angewandt, absorbirte die dabei angegebenen Mengen Kohlensäure *).

10 CC einer Auflösung von $^1/_{100}$ nahmen auf 16 CC.
10 CC » » » $^2/_{100}$ » » 22,9 CC.
10 CC » » » $^7/_{100}$ » » 28,6 CC.

Es besteht hier keine chemische Verbindung, weil keine Proportion zwischen der Menge des phosphorsauren Salzes und der davon aufgenommenen Menge Kohlensäure besteht.

Phosphorsaurer Kalk absorbirt auch Kohlensäure **).

Wir haben also hier oben drei verschiedene Wege, auf

*) Scheik. Ouderz Deel V. p. 435.
**) Scheik. Ouderz. Deel V. p. 435.

welchen Sauerstoff im arteriellen Blute gebunden wird, angegeben:

Auflösung des Sauerstoffs im Wasser des Bluts;

Bildung von sauerstoffreichern Fibrin, im arteriellen Blute in einer größeren Menge vorhanden *);

Verbindung des Sauerstoffs mit den Hüllen der Blutkörperchen.

Eben so haben wir drei Wege, auf welchem Kohlensäure gebunden wird, angeführt:

Auflösung der Kohlensäure in dem Wasser des Blutes;

Bildung von Bicarbonaten des Natrons oder des Kalis, oder von beiden; Bindung der Kohlensäure von phosphorsaurem Salzen;

Bindung der Kohlensäure von den Hüllen der Blutkörperchen im venösen Blute.

Es scheint ungereimt, dem arteriellen Blute eine größere Fähigkeit, Gase zu absorbiren, zuzuschreiben, als das venöse Blut sie besitzt. Was man davon gesagt hat, ist durch keinen Versuch, der Vertrauen verdient, bewiesen. Wie sollte das auch bewiesen werden können? Das arterielle Blut muß mehr Sauerstoff, das venöse Blut muß mehr Kohlensäure enthalten, niemand kann daran zweifeln; die Versuche von Magnus, die das Gegentheil beweisen, sind gewiß unrichtig. — Der Stickstoff, so schwierig seiner Menge nach bei solchen Versuchen zu bestimmen, mag hier unberücksichtigt bleiben.

Fällt der Unterschied in der Capacität bezüglich der Gase zwischen dem venösen und arteriellen Blute weg, dann können wir die sechs Wege, auf welchen Sauerstoff und Kohlensäure gebunden werden und die wir genannt haben, festhalten. Im arteriellen Blute kommt noch Kohlensäure vor;

*) Die beiden Dry-Proteine übergehe ich hier mit Stillschweigen, weil noch nicht bestimmt ist, ob sie im arteriellen Blute in größerer Menge gefunden werden.

aller kann sich das Blut in den Lungen nicht entledigen; im venösen Blute kommt Sauerstoff vor; aller wird in dem Capillarsystem nicht verbraucht, es ist mehr oder weniger von beiden in den beiden Blutarten.

Versuchen wir nun, uns Rechenschaft abzulegen von dem Loslassen der Kohlensäure in den Lungen.

In den Lungen tritt Sauerstoff zu dem Blute und in demselben Augenblicke bereitet sich Kohlensäure vor, die schon gebildet bestand, um auszutreten. Wie verhält sich zuerst ein alkalisches Bicarbonat unter diesen Umständen?

Schüttelt man eine Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali — vollkommen gesättigt mit Kohlensäure, also mit sehr schwach alkalischer Reaction — mit atmosphärischer Luft, so verliert es Kohlensäure. Es ist in der Chemie bekannt, daß eine vollkommen mit Kohlensäure gesättigte Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali nicht in einer Flasche aufbewahrt werden kann, die zum Theil mit Luft gefüllt ist, sondern bald anfängt stärker alkalisch zu reagiren. Man leitet daher vorsätzlich kohlensaures Gas durch die Auflösung, um ihr so viel als möglich die alkalische Reaction zu nehmen, wenn man richtig beschaffenes zweifach kohlensaures Alkali nöthig hat.

Schon vor langer Zeit haben H. Rose, Magnus und später Marchand *) bewiesen, daß zweifach kohlensaures Natron, allein mittelst Durchleiten von atmosphärischer Luft durch eine Auflösung des Salzes, erst in anderthalb kohlensaures und darnach in neutrales kohlensaures Salz verändert wird; letzteres wenn die Temperatur bei Blutwärme erhalten wird.

Ist dann bewiesen, daß zweifach kohlensaure Salze im Blute enthalten sind, so findet also die Zersetzung dieser zweifach kohlensauren Salze in Auflösung allein durch die atmosphärische Luft beim Athmen statt.

Thut man zu einer, sogar nicht schwach alkalisch reagi-

*) Journ. f. pr. Chem. Bd. 35, S. 385.

renden Auflösung eines zweifach kohlensauren Salzes, Gummi, so soll Kohlensäure entweichen.

Löst man Kochsalz in einer nicht schwach alkalisch reagirenden Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali auf, so entweicht bei gewöhnlicher Temperatur eine ansehnliche Menge Kohlensäure. Eben so ist es mit andern ganz neutralen Salzen.

Das zweite Aequivalent Kohlensäure ist nur lose gebunden; es verhält sich zum Theil wie ein in Wasser aufgelöstes Gas. Durch Kochhitze wird es auch vollständig ausgetrieben.

Da nun die Anwesenheit der Bicarbonate im Blute bewiesen ist, so können wir aus den Versuchen diesen Schluß ziehen:

Die festen, im Serum aufgelösten Stoffe, vermindern den Zusammenhang des zweiten Aequivalents Kohlensäure mit dem neutralen kohlensauren Alkali, und veranlassen das zweite Aequivalent in den Lungen durch den Sauerstoff aus dem venösen Blute auszutreten. Der Sauerstoff, der von dem Blute in den Lungen aufgelöst wird, der von dem mit gasförmiger Kohlensäure beschwängertem Blute aufgenommen wird, treibt von dieser als Gas aufgelösten Kohlensäure, durch einfache Verdrängung dieses Gases, aus. (S. 1177.) Der Sauerstoff, der aufgelöst wird in dem Blute der Lungen, verdrängt die Kohlensäure, die mit den Hüllen der Blutkörperchen verbunden war.

Verdrängt er auch die Kohlensäure aus den zweifach kohlensauren Alkalien, die in dem venösen Blute ohne Zweifel vorkommen? Um dieses mit Sicherheit festzustellen, fehlt uns die Kenntniß eines Stoffes, der in den Lungen, in dem Augenblicke, wo der Sauerstoff eintritt, gebildet werden muß. Eine Säure braucht dazu nicht verwandt zu werden; ein fester Körper, der aufgelöst in dem arteriellen Blute gebildet wird, wenn er sich nur nicht mit dem Kali oder Natron verbindet, ist genug; Gummi, Kochsalz, treiben Kohlensäure aus

den Bicarbonaten und wir haben eine solche Auflösung der Bicarbonate in dem Serum des venösen Blutes.

In der That wird ein solcher fester Körper beim Athmen in den Lungen gebildet; es ist eine stets größer werdende Menge Fibrin, so daß dadurch das arterielle Blut stets mehr Fibrin enthält, als das venöse. — Durch die Bildung der größeren Menge Fibrin kann gleichwohl, indem es aus dem Globulin entsteht, dann erst Kohlensäure aus dem zweifach kohlensaurem Salze des venösen Blutes vertrieben werden — so wie Gummi dieses bei dem zweifach kohlensauren Kali thut — wenn die Menge Alkali des Bluts — die, welche mit dem Albumin verbunden ist — unterdessen geringer geworden ist. Diese nimmt nun stets durch die Abscheidung des Urins ab; durch den Urin wird stets Alkali aus der Blutmasse geführt *). — Die stets in den Lungen zunehmende Menge Fibrin kann folglich der feste Stoff sein, durch welchen aus den zweifach kohlensauren Alkalien des venösen Bluts unmittelbar in den Lungen Kohlensäure ausgetrieben wird.

Welche von den drei genannten Quellen der Kohlensäureentwickelung — die Auswechselung mit Sauerstoffgas gegen Kohlensäure, die aufgelöst war; die Aufhebung der Kohlensäureverbindung des Globulins durch eine Sauerstoffverbindung und endlich das Entweichen der Kohlensäure aus den zweifach kohlensauren, phosphorsauren Salzen und wahrscheinlich noch anderen Körpern, durch Fibrinbildung — die vornehmste ist, kann nicht ausgemacht werden; sie bestehen alle drei, unterstützen einander und bringen zusammen das Phänomen hervor, das mit Unrecht einer einzigen Ursache zugeschrieben wird.

Die Bildung der beiden Oxy-Proteine beim Athmen übergehe ich hier wiederum, weil noch nicht bewiesen ist, daß von

*) Der enge Zusammenhang zwischen Athmen und Urin-Abscheidung ist bekannt, obgleich dieses noch so wenig beherzigt wird.

denselben im arteriellen Blute mehr vorkommt als im venösen; wird dieses gezeigt, dann verdienen sie sehr berücksichtigt zu werden.

Ob mehr als diese drei genannten Quellen der Kohlensäureentwickelung in den Lungen bestehen, ist unbekannt, aber diese drei sind nicht zu verkennen, nämlich:

a. Austreibung von aufgelöstem kohlensauren Gas durch aufgenommenes Sauerstoffgas, wie dieses in kohlensäurehaltendem Wasser geschieht.

b. Aufhebung des losen Zusammenhangs des zweiten Aeq. Kohlensäure der zweifach kohlensauren Alkalien und der lose mit den phosphorsauren Salzen verbundenen Kohlensäure.

c. Aufhebung des losen Zusammenhangs mit den Blutkörperchen.

Bei dieser Erklärung des Entweichens der Kohlensäure in den Lungen, habe ich die Oxydation der Blutbestandtheile zu den letzten Producten, also zur Kohlensäurebildung, nicht zu Hülfe genommen. Daß da Oxydation stattfindet, glaube ich, ist bewiesen; aber aus der Oxydation folgt noch keine Kohlensäurebildung.

Die Oxydation des Fibrins in den Lungen, den Hüllen der Blutkörperchen, läuft in den Lungen nicht auf Bildung von Kohlensäure hinaus; sie befördert nur die Losmachung von Kohlensäure. Von der eigentlichen Bildung der Kohlensäure wissen wir Nichts; aber das wissen wir, daß kein Grund vorhanden ist, sie uns anderswo zu denken, als in dem Capillarsystem. Wahrscheinlich wohl nicht außen in der Nahrungsflüssigkeit. Im Gegentheil scheinen die Träger des Sauerstoffs, wozu vor allen das Fibrin und die Hüllen der Blutkörperchen gehören, zugleich mit dem Sauerstoff, der als Gas in dem arteriellen Blute aufgelöst ist, Sauerstoff an die aus der Nahrungsflüssigkeit in das Capillarsystem tretenden neuen Producte zu leiten.

Die Kohlensäurebildung fängt also, nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen, in den Lungen nicht an, und geschieht wahrscheinlich gar nicht in den Blutgefäßen, außer in dem Capillarsystem. Ob sie außerhalb des Capillarsystems stattfindet, da wo die Nahrungsflüssigkeit auf die elementaren Formen der Gewebe einwirkt, ob also die sauerstoffreicheren arteriellen Blutbestandtheile, Sauerstoff aus dem Capillarsystem ausführen, so wie Vierordt *) meint, ist durch Nichts beglaubigt. Die Kohlensäurebildung ist in den Geweben wenigstens sicher nicht anwesend, und eine Parenchymateuse und eine atmosphärische Diffusion von Gasen kann also schwerlich angenommen werden.

Es treten nun aber das an Sauerstoffgas reiche Serum und das an Sauerstoff reichere Fibrin zum Theil sicher aus dem Capillarsystem und während das letztere wahrscheinlich wohl Muskelfasern ꝛc. bildet, und also zum Theil der Circulation für einige Zeit entzogen wird, tritt aus dem Nahrungssaft sauerstoffärmeres Serum zurück in das Capillarsystem.

Was man von der Oxydation des Zuckers — der allgemeine, aus Amylum, Gummi, Pflanzenschleim u. s. w. gebildete Blutbestandtheil — von Fetten u. s. w. gesagt hat, daß sie in dem Blute stattfinden soll, entbehrt noch alles Grundes; wir wissen nicht, was zuerst aus den Stoffen wird, was folglich da eigentlich oxydirt wird und welches daher eigentlich die Stoffe sind, aus denen die Kohlensäure direct entsteht. — Ich läugne die directe Oxydation von Zucker und Fetten u. s. w. nicht, aber ich halte sie nicht für bewiesen. Z. B. aller Zucker oder ein großer Theil desselben, kann erst in der Nahrungsflüssigkeit in Milchsäure umgewandelt werden, und diese in das Capillarsystem zurückkehrende Milchsäure zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden.

Doch die Zersetzung von organischen Stoffen, ihre wohl-

*) Wagner's Handw. Art. Respiration. S. 909

bekannte Zerlegung in Kohlensäure und Wasser durch Sauerstoff bei einer einigermaßen erhöhten Temperatur, ist nicht die Lücke, die bei der Beschreibung des Athmungsprocesses vorzugsweise ausgefüllt zu werden braucht. Seit wir wissen, daß atmosphärische Luft Weinsteinsäure, Oel und andre Körper *) in Kohlensäure und Wasser verwandeln kann, bei einer beträchtlich niedrigeren Temperatur, wenn ein anderer Körper anwesend ist, der die Zersetzung unterstützt, so haben wir wenigstens eine allgemeine Vorstellung von einer solchen Kohlensäurebildung im thierischen Organismus. Ueberdies sehen wir sie an der anbauungsfähigen Erde, bei der Bildung von Apothema aus extractartigen Stoffen und in vielen andern Fällen zu Stande kommen. Es mangelt uns keineswegs die Kenntniß von Stoffen, die bei Zutritt von Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser verwandelt werden.

Doch findet wohl immer eigentliche Kohlensäurebildung durch Oxydation in dem thierischen Organismus statt? Werden da nicht sauerstoffreichere Körper gebildet, die in dem Capillarsystem in andere Excrete, z. B. in Harnstoff, Harnsäure und Kohlensäure verwandelt werden, so wie der Zucker durch Hefe in Kohlensäure und Alkohol getheilt wird? Wie kann man darauf antworten? Die Verbrennungstheorie entbehrt auf jeden Fall allen Grund; für eine directe Bildung von Kohlensäure aus Zucker und Fetten z. B. ist kein einziger Beweis, und es sind in der That Fermente, zersetzende Körper, genug im Organismus, es sind der Zersetzung fähige Bestandtheile im Ueberfluß im Körper, um eine indirecte Bildung der Kohlensäure möglich zu halten, ja selbst für viel wahrscheinlicher, als eine unmittelbare Oxydation zu Kohlensäure und Wasser. — Wie kommt es jedoch, daß eine solche Vorstellung, die ganz unbewiesen ist, so allgemein geworden ist?

*) Siehe oben. S. 1068.

Entfernt man die Einseitigkeit von der Erkenntniß des Athmungsprocesses, der mit der Theorie der Feuerheerde in der That fast identificirt wurde; einmal vielleicht wird, wenn die Verbrennungslehre verdrängt, und die Spaltungslehre — die Lehre von der Gährung — dafür an die Stelle getreten sein wird, die Freiwerdung der Kohlensäure in den Lungen zum Theil wieder auf die Oxydation zurückgebracht, aber auf eine solche, bei welcher durch den Sauerstoff der Luft in den Lungen ein Ferment bereitet wird, das im Capillarsystem eine im Blut anwesende und aus dem Nahrungssaft angeführte Verbindung in Kohlensäure, die entweicht und in eine andere Verbindung, die im arteriellen Blut wieder fortgeführt wird, spaltet. Dann werden die oben angeführten Facta, betreffend die drei Ursachen der Entweichung von Kohlensäure, noch in Kraft bleiben, aber mit einer vermehrt werden, die jetzt nur vermuthet werden kann. Gay-Lussac bewahrte Traubensaft, der aus über Quecksilber zerquetschten Trauben erhalten war, viele Tage auf, ohne eine Spur von Gährung zu bemerken: Eine einzige Luftblase war im Stande unmittelbar Kohlensäure zu entwickeln und Alkohol zu bilden.

Die Zukunft mag in diesem schwierigen Theil der Wissenschaft mehr Licht verbreiten, so viel ist sicher, daß Athmen keine Verbrennung ist *). Die am meisten wahrscheinliche

*) Man hat unter andern geradezu von den Fetten behauptet, daß sie im Blut zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden und dafür, sowohl die nährende Kraft der Mehlspeisen bei pflanzenessenden Thieren und die von Fett bei den fleischfressenden, als auch das Magererwerden bei Bewegung u. s. w. angeführt. Daß der Sauerstoff der Luft Einfluß hat auf den Stoffwechsel, ist bewiesen; allein daraus folgt noch keine unmittelbare Oxydation; der Stoffwechsel wird nur dadurch befördert. Der Stoffwechsel kann aber auch durch viele andere Ursachen befördert werden. Die folgenden zwei Beispiele mögen dies deutlich machen.

Eine wichtige Besonderheit, betreffend die Zersetzung der im Blute vorkommenden Fette durch das Athmen zu bestimmen, hat mir Professor Numan mitgetheilt: Kühe, welche die Lungenkrankheit durchgemacht haben und davon hergestellt sind, werden durchgehend in sehr kurzer Zeit auffallend fett, während ihre Nahrung die gewöhnliche bleibt, sowohl der Art als der Menge nach. Bei der sogenannten Lungenseuche ist ein

Vorstellung von der Kohlensäurebildung ist unzweifelhaft wohl die, welche wir durch die Gährung kennen gelernt haben. Ein kleiner Theil des Sauerstoffs, der in den Lungen aufgenommen ist, reicht hin einen Gährungsstoff des arteriellen Blutes, das ist der zersetzende Körper, in Wirksamkeit zu setzen, und seine Wirkung im Capillarsystem auf zurücktretende Nahrungsflüssigkeit auszuüben; die Masse des Sauerstoffs, welche eingeathmet wird, wird eine Menge Verbindungen durchlaufen müssen, ehe sie an der Bildung von Kohlensäure Theil nehmen wird.

Die Ein- und Ausgangslehre hat hier vor Allen der Wissenschaft vielen Nachtheil zugefügt.

In dem Capillarsystem findet dann sicher die Umsetzung der Stoffe statt, wobei die kohlensauren Salze des Bluts in zweifachkohlensaure verändert werden, wobei mehr Kohlensäure in Gasform in das Blut kommt als darin vorhanden war; wobei die Blutkörperchen sich mit Kohlensäure

---

Theil der Lungen zur Verrichtung des Athmens untauglich, und verändert sich, bei Erhaltung des Lebens, in eine harte Masse. Ein solches Thier ist dann nicht mehr im Stande so viel Luft mit dem Blute in Berührung zu bringen und der oxydirende Einfluß der Luft auf die Bestandtheile des Körpers ist dadurch in demselben Maaße vermindert. Das Fett der Nahrung ist also gleichfalls dadurch einer geringen Oxydation ausgesetzt und häuft sich deshalb mehr in den Fettzellen des Bindegewebes auf.

Helmholtz hat (Müllers Archiv, № 1, 1845 S 72) einige Bestimmungen über den Verbrauch von Stoff bei der Zusammenziehung der Muskeln gemacht. Zu dem Ende hat er schwache electrische Schläge durch getödtete Frösche geleitet, damit der Blutumlauf keinen Einfluß habe und also ein reines Resultat in Betreff der chemischen Veränderung, welche Muskeln bei ihrer Zusammenziehung erleiden, zu bekommen. Durch 400 — 500 Schläge war die Reizbarkeit der Muskeln erschöpft.

Die Muskel der Schenkel von nicht oder krampfhaft bewegten Fröschen, lehrten bei der Zersetzung, daß die durch Alkohol ausziehbaren Bestandtheile der Muskeln durch die Bewegung zunehmen, die in Wasser auflösbaren Bestandtheile der Muskeln abnehmen.

Helmholz glaubt nicht, daß die electrischen Schläge als solche die chemische Zersetzung der Muskelstoffe befördert haben, da die Menge des alkoholischen und wässrigen Extracts aus Froschmuskeln, deren Zusammenziehbarkeit erst durch lauwarmes Wasser benommen war, ehe sie dem Einfluß der Electricität ausgesetzt wurden — dieselbe war, wie von solchen, die von der Electricität durchaus nicht berührt waren.

verbinden und gelatinös werden und die rothe Blutfarbe dunkler erscheint. Dies Alles geschieht durch den zugeführten Sauerstoff, als Gas zugeführten und theils mit den Blutkörperchen vereinigt, an theils in chemischer Verbindung mit dem Fibrin und den beiden Oxy-Proteinen.

Hiemit glaube ich das Phänomen des Athmens nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen mehr oder weniger chemisch beleuchtet zu haben. Was daran mangelt, mag die Zukunft ausfüllen; ich habe getrachtet Alles aufzunehmen, wozu Grund besteht und glaube sicher unsere Betrachtungen von Einseitigkeit frei gehalten zu haben.

XIV. Abſcheidungen und Ausſcheidungen der Thiere.

Der Athmungsproceß iſt zum Theil eine Nahrungsquelle für den Organismus, da durch denſelben eine ziemliche Maſſe eines wichtigen Beſtandtheils demſelben angeboten wird, dann iſt er eine Quelle des Stoffwechſels und endlich ein Mittel, um einen Theil von Beſtandtheilen des Körpers nach außen zu entleeren.

Verbindungen, die wechſeln, ſind da ſo viele, als da Elementargebilde im thieriſchen Körper, welche mit ſich erneuernder Flüſſigkeit durchdrungen ſind, beſtehen; als da Flüſſigkeiten beſtehen, die chemiſcher Veränderung fähige Beſtandtheile enthalten. Im eigentlichen Sinne findet alſo überall im thieriſchen Körper Secretion ſtatt. Aber man hat dieſe mehr beſchränkt da anweſend zu ſein, wo neue Producte, vorher an dem Platze nicht vorhanden, entſtehen. Excrete nennt man ſie, wenn ihre Producte aus dem Körper ausgeführt werden ſollen. Sie ſind meiſtentheils feſte Stoffe, im Waſſer, welches das Ganze durchdringt, aufgelöſt, theils tropfbarflüſſige; theils gasförmige, und unter den letzten nimmt die Kohlenſäure die erſte Stelle ein.

Der Unterſchied zwiſchen Abſcheidungen und Ausſcheidungen, ſchon lange Zeit in der Wiſſenſchaft aufgenommen,

ist auch für die physiologische Chemie von großem Gewicht. Die abgeschiedenen Stoffe durchlaufen noch einen Theil des Körpers, üben in größerem oder geringerem Maaße chemischen Einfluß auf denselben aus, bringen zuweilen wichtige Verrichtungen zu Stande, während die Ausscheidungen sicher nicht ohne Einfluß auf den Organismus sind, aber größtentheils in dem Sinne Zersetzungsproducte wegzuführen, die theils gebildet sind, theils in dem ausscheidenden Organe gebildet werden.

Die Abscheidungen müssen getrennt werden in solche, wobei die Lösung, mit neuen Stoffen versehen, in einem begrenzten Raume bleibt, oder von dem Raume der Abscheidung fortgeführt wird. Zu den ersten gehören z. B. die Flüssigkeiten des Auges; zu den anderen der Speichel, die Galle u. s. w. — Die Stellung beider dem ganzen Organismus gegenüber, ist größtentheils verschieden.

Wir wollen in der Kürze die meisten thierischen Ab- und Ausscheidungen durchgehen, und bei der Milch und dem Urin länger uns aufhalten.

Ein allgemeines Wort vorher, möge es gleichwohl nicht überflüssig sein.

Worin besteht wohl im Allgemeinen die Abscheidung von ab- oder auszuscheidenden Stoffen? So allgemein, als man darauf antworten könnte: Im Stoffwechsel der dabei ins Spiel kommenden Stoffe, würde dies von keinem Werth sein. Und doch kommen wir durch den allgemeinen Ausdruck der Wahrheit näher. In jedem absondernden Organ trifft man eigne Anordnungen an, weshalb man sie Werkzeuge, Organe nennt. Vor Zeiten meinte man — und irre ich mich nicht, so ist diese Meinung noch nicht ganz beseitigt — daß gerade in diesen Anordnungen die Quelle der Abscheidungsproducte läge, als ob eine gewisse Arbeit dadurch geschehen müsse, deren Resultat ein oder einige neue Stoffe seien. — Wenn aber etwas Unwahres in unsern Vorstellungen ist, dann ist es eine

solche Meinung. Werkzeuge verändern die chemische Beschaffenheit von in Flüssigkeiten aufgelösten Stoffen nicht. Die ganze Anordnung ist nur in den abscheidenden Organen vorhanden, um a) eine Zusammenstellung von einigen, auf bestimmte Weise chemisch zusammengesetzten Verbindungen hinzuführen und b) das Blut mit diesen Verbindungen in Berührung zu bringen, sodaß die Anordnung — das ist z. B. der feinere Bau der Drüsen — nur Mittel ist, die Verbindungen zusammenzuhalten und dem Blute eine bestimmte Gelegenheit zu geben um auf chemische Art Wirkung und Rückwirkung zu üben.

Mit dieser allgemeinen Vorstellung sind zum wenigsten die Ungereimtheiten ausgeschlossen und überdies der Chemismus bestimmt als die eigentliche Ursache der Abscheidung von Stoffen angegeben.

Ist es das Blut woraus die Abscheidungen geschehen? Indem wir es wegführen, von in dem Blute anwesenden Verbindungen — als alkalische Salze, Harnstoff ꝛc. — ausschließen, dann ist jedes Secret eine Wirkung von den Stoffen des Bluts und die Stoffe von dem abscheidenden Organ. In den letzten besteht eine chemische Auswechselung, stärker als in nicht abscheidenden Organen und zwar eine Auswechselung in ganz bestimmter Bedeutung, wie es in der That in jeder elementaren Form auch der Fall ist. Aber in den eigentlich sogenannten ausscheidenden Organen findet eine sehr starke Auswechselung der Bestandtheile statt; diese pflanzt sich auf das eintretende Blut über, welches immer durch ein stark entwickeltes Capillarsystem sich lange in einem abscheidenden Organe aufhält, so daß der Stoffwechsel des Bluts ebenfalls kräftig werden kann. Das Blut unterhält das Organ, d. h. liefert das Material, woraus es besteht.

Das Material ist ein eigenthümliches; in jedem abscheidenden Organe findet man eigenthümliche Stoffe. Die Bestandtheile des Organs werden leicht erneut, und aus der

Wirkung und Rückwirkung ein und desselben Blutes, das in so sehr verschiedenen Verbindungen eigenthümlicher Stoffe strömt, entstehen neue chemische Producte, die wohl zum Theil Zersetzungsproducte des auf solche Art erneuten Organs sein können, zum Theil Zersetzungsproducte des zugeführten Blutes sind und endlich unveränderte Blutbestandtheile enthalten.

Die chemische Zersetzung der größeren abscheidenden Organe hat noch wenig Licht über diesen Theil unserer Kenntnisse verbreitet; aber das Mitgetheilte ist nichts destoweniger eine deductive Vorstellung, geschöpft aus dem, was wir von organischer Thätigkeit wissen, welche Vorstellung, ihrer Allgemeinheit wegen, nicht fruchtbar genug sein mag, aber gerade darum um so mehr mit der Wahrheit übereinstimmend sein kann.

Untersucht man eine Niere, so findet man, gerade wie bei der Leber (S. 980) beinahe nur Eiweiß als Hauptmasse, woraus die Substanz der Niere besteht. Außer den Gefäßen und Nerven uud den elementaren Formen des Binde- und elastischen Gewebes, welche zusammen an Gewicht nur wenig betragen, ist die ganze Masse in Wasser löslich, welches Wasser beim Erhitzen eine erstaunliche Menge Eiweiß giebt, womit einige eigenthümliche aber leider nur unvollkommen bekannte extractartige Stoffe gemengt sind. In einer weichen, vornehmlich aus Eiweiß bestehenden und mit Capillargefäßen durchwebten Masse, findet das Blut eine Stätte zum Stoffwechsel. Die Art des Blutes scheint keineswegs Hauptsache zu sein, denn während bei den Säugethieren der Urin aus dem arteriellen Blute abgesondert wird, ist es bei den Vögeln, Amphibien und Fischen meistentheils das venöse Blut, das zur Urinabscheidung verwandt wird, so wie sich auch die Galle aus dem venösen Blute bildet. Ein langer Aufenthalt des aus dem reichlich vorhandenen Capillarsystem austretendem Nahrungssafte in der weichen Masse — die immer Stoffe

eigner Art mit dem Eiweiß gemengt enthält — ſcheint die erſte Bedingung zur Bildung der neuen Producte zu ſein. Und will man eine Form, worunter man ſich die Abſcheidung zu denken hat, ſo will ich wieder auf die Hefe, die Synaptaſe, auf das Lab und die Magenwände bei der Verdauung verweiſen. Die Synaptaſe z. B. die unter Bindung von Waſſer das Salicin in Zucker und Salicinin ſpaltet, iſt eine eigenthümliche Verbindung im Zuſtande der Umſetzung; das Zerſpalten eine Uebertragung von chemiſcher Thätigkeit. Die Synaptaſe ſpaltet Amygdalin in Blauſäure, Bittermandelöl, Ameiſenſäure und Zucker. — Alle Proteinverbindungen ſind complexe Stoffe ſo wie das Amygdalin, die Synaptaſe es ſind. Die eine dieſer Proteinverbindungen iſt im thieriſchen Körper die Synaptaſe für die andere, welche ſich wie Amygdalin verhält; die eine ſpaltet, die andere wird geſpalten; aber die ſpaltet wird ihrerſeits wieder geſpalten. In jeder Drüſe, in jedem abſcheidenden Organ, iſt eine Synaptaſe, eine eigne Zerlegung bewirkende Verbindung, zerlegend dieſelben Beſtandtheile deſſelben Blutes, aber immer auf verſchiedene Weiſe zerlegend, ſowie daſſelbe Amygdalin durch Baryt auf eine ganz andere Art in Amygdalinſäure und Ammoniak zerlegt wird, wie die eigentlich ſogenannte Synaptaſe es in mindeſtens 4 Verbindungen von verſchiedener Zuſammenſetzung zerlegt.

Es exiſtiren abſcheidende Organe, wo die Veränderung der Blutbeſtandtheile nur eine ſehr geringe iſt. Dazu gehören die, welche Milch abſondern. Das Caſein iſt dieſelbe Verbindung wie Albumin, nur in den Nebenbeſtandtheilen verſchieden. Wenn wir alſo in der Milch Caſein, in dem Blute Albumin finden, iſt eine geringe Einwirkung eines in den Brüſten anweſenden Stoffes genügend, um aus dem Albumin des Bluts Caſein zu bilden. In dem Blute kommt Zucker, Glukoſe, in der Milch Milchzucker vor; auch da iſt die Veränderung gering und beruht auf einer iſomeriſchen Umſetzung;

bei den Fetten der Butter ist es wiederum nur eine geringe Veränderung, welche die Fette des Blutes zu erleiden haben um Butter zu werden. Uebrigens gehen die Salze der Blutflüssigkeit in die Milch über, zugleich mit dem Wasser des Blutserums.

Es ist wohl wahr, wir können nicht alle die Veränderungen zu Stande bringen, z. B. aus Glukose noch keinen Milchzucker formen; aber das ist es nicht, was wir bedürfen. Wenn wir auch schon Glukose durch die Kunst in Milchzucker verwandelt hätten, dann bliebe doch noch die Frage, ob in den Brüsten dieselben Mittel zur Umwandlung gebraucht würden. Wenn wir auch wüßten, wodurch die Veränderung in den Brüsten zu Stande kommt, so würde die physiologische Chemie dadurch doch keinen Schritt vorwärts gethan haben. Was nutzt es uns, zu wissen, daß Salicin durch Schwefelsäure zerlegt, Traubenzucker und Saliretin $C_{14}H_{12}O_2$ giebt und mit Synaptas Traubenzucker und Saligenin $C_{14}H_{16}O_4$ liefert? Die Spaltung des Salicins ist uns wichtig; zu wissen, daß es in Traubenzucker $C_{14}H_8 + H_4O_2$ oder in $C_{14}H_8 + H_8O_4$ zerlegt werden kann, das ist es was wir in Pirias Entdeckung hoch schätzen; aber unsere Kenntniß des Unterschiedes, den Schwefelsäure und Synaptase bei Einwirkung auf denselben Stoff hervorbringen, ist durch Nichts zu einem allgemein geltenden Satz zu erheben; weder von der Wirkung der Synaptase, noch von der der Schwefelsäure, ist uns etwas Andres bekannt, als daß wir uns eine allgemeine Vorstellung davon gemacht haben, die in diesen Tagen, gerade ihrer Allgemeinheit wegen, Wahrheit sein muß, die aber das Wesen der Wirkung ganz unberührt läßt.

Wenn wir die Glukose in Milchzucker verwandelt haben — und jeden Tag ist es möglich, daß wir so etwas hören — haben wir eine Thatsache mehr geliefert, aber die physiologische Chemie ist dadurch um Nichts vorgerückt. Diese drückt Alles, was sie nöthig hat, in den Formeln aus:

Glukoſe. Milchzucker.
$$2\ C_{12}H_{28}O_{14} = C_{24}H_{38}O_{19} + 5\ H_2O + 4\ aq.$$

und iſt ferner mit dem Beſitze der Kenntniß zufrieden, daß Glukoſe im Blute vorkommt, daß Milchzucker in der Milch gefunden wird, daß das Blut die Milch hervorbringt, daß ſtärkemehlartige Körper in der Speiſeröhre in Glukoſe verändert werden und endlich, daß die ſtärkemehlartigen Körper inſofern die Milchabſcheidung befördern, als die Milch Milchzucker enthält.

So iſt es nun auch mit dem Caſein und mit den Fetten der Milch. Die phyſiologiſche Chemie hat von der Umwandlung des Albumins — oder Fibrins — in Caſein, wenn ſie durch Kunſt zu Stande kommt, wenig Heil zu erwarten; es wird kein Aufſehen verurſachen, kein neues Licht verbreiten, wenn es geſchieht; die Beziehung, in welcher Albumin oder Fibrin zum Caſein ſtehen, das iſt es, was ſie bedarf. Und die Beziehung iſt beinahe ſo bekannt, wie die, worin Glukoſe zum Milchzucker ſteht. — Die Fette habe ich S. 263 hinlänglich abgehandelt.

Ganz anders verhält ſich die Sache, wenn die Veränderung der Stoffe bei einer Secretion eine tief einwirkende geweſen iſt. Je größer die Veränderung in der Zuſammenſetzung der Stoffe iſt, deſto mehr Wiſſenſchaft iſt erforderlich, um ihr auf der Spur zu folgen. In der That bleibt darin noch ſehr viel zu thun übrig und beſitzen wir auch ſchon eine allgemeine Vorſtellung von der Veränderung, die eine Spaltung einer compleren Verbindung, welche wir ſtets annehmen, hier unterſtützt durch Oxydation oder Desoxydation, iſt, ſo iſt es doch die Pflicht der Wiſſenſchaft, die allgemeine Vorſtellung ſo in die Einzelheiten zu verfolgen und die Einzelheiten ſo zu beleuchten, wie es die Wiſſenſchaft jetzt oder zu irgend einer Zeit vermag.

Von ſehr vielen Secreten iſt noch ſehr wenig bekannt. Ich kann ſie daher auch unmöglich ſo behandeln, wie es wün-

schenswerth ist; öfters kommen in den Analysen der Stoffe unbestimmte Ausdrücke wie: In Alkohol lösliche Extractivstoffe, in Wasser lösliche Extractivstoffe vor, woran Niemand einen Werth knüpfen kann. Sie sind meistens mit den gewöhnlichen Blutsalzen gemengt, wie sehr auch die bezügliche Zusammensetzung der Salzgemenge in einigen anders ist, wie in anderen. — Es mag genügen, wenn ich in der Kürze die besonderen Körper derselben angebe, welche man schon unterschieden hat und mit wenigen Zügen den einen oder andern derselben skizziren.

Schwarzes Pigment der Augen. Mit der Choroidea hängt ein schwarzes Pigment sehr lose zusammen. Man bekommt es leicht durch Ausspülen mit Wasser, woraus es endlich niedersinkt. Man kann es auch durch ein Filter absondern. Es ist unauflöslich in kaltem und siedendem Wasser, in Alkohol, starker Essigsäure, verdünnter Salpetersäure und Salzsäure. Von Kali wird es aufgelöst und von Salzsäure daraus, wiewohl nicht unverändert, niedergeschlagen. Beim Erhitzen schmilzt es nicht und giebt nicht den Geruch der eiweißartigen Körper, aber doch kohlensaures Ammoniak und läßt eine Asche zurück, die phosphorsauren Kalk und Eisenoxyd enthält. Durch Chlor wird es entfärbt.

Einen innigen Zusammenhang zwischen diesem Farbestoff und dem des Bluts kann man nicht verkennen.

Glasfeuchtigkeit. In der hintersten Augenkammer ist diese in einem sehr lockern Zellgewebe vertheilt. — Sie enthält 1,5 % feste Stoffe, die aus Eiweiß, einer bedeutenden Menge Kochsalz und wenig anderen Salzen, Harnstoff und unbekannten extractartigen Stoffen bestehen.

Krystalllinse. Diese besteht ungefähr ⅓ aus einer eignen Proteinverbindung, die mit dem Globulin für identisch gehalten wird; aber Globulin ist ein Gemenge. Ich habe ihre Zusammensetzung S. 312 mitgetheilt, wo C = 76,437 berechnet ist. Der Schwefel ist auf dem nassen Wege bestimmt

und daher etwas zu niedrig. Sie coagulirt durch Wärme körnig, ſowie auch die Proteinverbindung der Blutkörperchen; eben ſo wird ſie, wie dieſe, allmälig durch Eſſigſäure aufgelöſt, wenn ſie friſch coagulirt iſt.

Durch Coagulation des Kryſtallins entſteht der graue Staar; zuweilen jedoch verſchwindet der organiſche Stoff zum Theil und wird durch phosphorſauren Kalk, kohlenſauren Kalk und kohlenſaure Magneſia erſetzt.

Wäſſrige Flüſſigkeit. Aeußerſt wenig Albumin mit andern auflöslichen Stoffen und Salzen. — Es kommt 98 % Waſſer darin vor.

Thränen enthalten 1 % feſte Stoffe, worin Kochſalz und unbekannte Stoffe vorkommen.

Naſenſchleim. Mit dem Naſenſchleim ſind Epitheliumzellen gemengt, und eine bedeutende Menge Kochſalz und andere Salze. Der Schleim kann durch ein Filter zurückgehalten werden und iſt auch unauflöslich in Waſſer, quillt durch Waſſer ſehr auf und zieht ſich durch Kochen nicht zuſammen oder wird hart; er iſt in verdünnter Schwefelſäure unlöslich; wird von Eſſigſäure nicht aufgelöſt, ſondern im Gegentheil hart; durch Kali wieder aufgelöſt.

Es iſt bekannt, daß der Schleim von verſchiedenen Organen andere Reactionen giebt, beſonders der der Blaſe.

Ohrenſchmalz. Eine gelbe, milchige Flüſſigkeit, die an der Luft feſt wird. Enthält einen albuminähnlichen Stoff, Stearin oder Margarin und Elain, gefärbt mit einem braunen, in Aether unauflöslichen, in Alkohol auflöslichen Stoff.

Samen. Es kommt hierin ein eigner Stoff als Hauptbeſtandtheil vor, der in unauflöslicher Form entleert werden, aber wieder auflösbar werden kann. In Alkohol verliert er das Vermögen auflösbar zu werden, wird im Gegentheil dadurch opaliſirend; er ſcheint eine Proteinverbindung zu ſein, die mit Fibrin wohl einige Uebereinſtimmung zeigt, aber durch

ihre Löslichkeit in Salpetersäure und langsame Löslichkeit in Kali davon verschieden ist. (Berzelius.)

Amniosflüssigkeit. Enthält ein wenig Eiweiß und andere Stoffe, auch hat man darin Alantoin gefunden. Es kann als Oxalsäure und Ammoniak weniger Wasser angesehen werden, denn es giebt in vielen Fällen Oxalsäure und Ammoniak; z. B. mit Kali erwärmt oxalsaures Kali und Ammoniak; mit Schwefelsäure erwärmt schwefelsaures Ammoniak und CO und CO_2. Außerdem kommt Harnstoff in der Amniosflüssigkeit vor (siehe Urin).

Zwei Secrete wollen wir ausführlicher besprechen.

Milch.

Die Milch kann eine ganz eigenthümliche Flüssigkeit genannt werden, eigenthümlich nicht nur wegen ihrer Zusammensetzung, sondern auch wegen der Verbindung, in welcher sie zur Entwickelung der neuen Individuen steht. Während die Eier legenden Thiere aus einem Keim entstehen, der sich außerhalb entwickelt und durch eine ganze Masse von Stoffen, welche als selbstständiges Ganzes auftreten und von dem Mutterthier losgemacht werden, ohne noch ferner Nahrungsstoffe aus dem Körper des Mutterthieres zu ziehen: ist es bei den lebendige Junge gebährenden Thieren ganz anders; da wird in dem Körper des Mutterthieres selbst der Keim im hohen Grade zu einem neuen Individuum entwickelt und ist das neue Individuum von der Mutter einmal geschieden, so bleibt doch noch eine Verbindung zwischen beiden bestehen; die Mutter ernährt ihre Nachkommenschaft noch kürzere oder längere Zeit mit den Bestandtheilen ihres eigenen Körpers. Fürwahr eine glückliche Einrichtung in der Menschenwelt!

Das Eiweiß aus den Vögeleiern kommt in vieler Beziehung in den Bestandtheilen und dem Zweck mit der Milch überein. Es ist vorzüglich das Weiße des Eies, welches dem

zu entwickelnden Keim die eiweißartigen Stoffe, die Salze anbietet, woraus das neue Individuum entwickelt wird und an Umfang zunimmt. Die Milch iſt alſo in gewißer Bedeutung mit dem Weißen der Eier zu vergleichen. Uebrigens exiſtirt auch ein ganz bedeutender Unterſchied zwiſchen beiden.

Aus dem genannten Geſichtspunkt betrachtet muß die Milch alſo aus Stoffen beſtehen, welche die gewöhnlichen Beſtandtheile des thieriſchen Körpers ſind oder nur ſehr wenig davon abweichen. In der That iſt es ſo und es war in der Wiſſenſchaft ſchon viele Jahre bekannt, daß in der Butter das Fett, in dem Käſeſtoffe die ſtickſtoffhaltende Nahrung, in dem Zucker die ſtickſtoffreie des Thieres beim Gebrauch der Milch vertreten iſt. Man konnte nicht daran zweifeln, da man das junge Individuum durch den Genuß der Milch alleine ſo ſehr an Gewicht zunehmen ſah. In unſern Tagen iſt dieſe wichtige Thatſache hinlänglich beleuchtet, ſo daß ſie wiſſenſchaftlich begründet heißen mag und man hat ſowohl von den wirkenden Beſtandtheilen der Milch zugleich mit den daraus zu nährenden Individuen, Rechenſchaft ablegen können, als man im Stande iſt in der Milch die unorganiſchen Stoffe zu zeigen, die gerade für das jugendliche Thier unentbehrlich ſind.

Keine Flüſſigkeit des thieriſchen Körpers iſt mehr unterſucht, als die Milch; aber von dieſen Unterſuchungen haben gegenwärtig nicht alle vielen Werth behalten.

Die Milch iſt eine trübe Flüſſigkeit, ein helles Liquidum worin feſte Molecule ſchweben und dadurch weiß oder weißlich von Farbe. Wir wollen einige Worte über die darin ſchwebenden feſten Theilchen ſagen; man nennt ſie Milchkügelchen.

Milchkügelchen. Wenn man Milch mit dem Mikroskop betrachtet ſieht man kleine runde Körperchen in Menge darin. Die erſte Frage, die man thun muß, iſt: ſind ſie organiſirt oder nicht? Zuerſt verdient bemerkt zu werden,

daß Niemand darin Kerne hat unterscheiden können, daß sie alle von derselben Art aber darum nicht von derselben Größe sind, daß sie den einzigen Form-Bestandtheil der Milch ausmachen; endlich, daß sie im Allgemeinen nicht das Ansehen von andern zelligen Bestandtheilen des thierischen Organismus besitzen und als kleine glatte Kügelchen erscheinen, die sich zu verschiedenen Reagentien ganz und gar eigenthümlich verhalten. Leeuwenhoek hat diese Milchkügelchen zuerst bemerkt und Treviranus hat zuerst einen Zweifel ausgesprochen ob sie organisirt sind. Durch verschiedene Beobachter ist diese Sache verschieden betrachtet. Einige meinten, daß die Kügelchen der Milch einfache Butterkügelchen seien; andre, daß sie Butter enthielten aber von einer dünnen Hülle umgeben seien, welche — da man sich den Käsestoff in zwei Modificationen vorstellte: eine auflösliche und eine unauflösliche — aus dem unauflöslichen Käsestoff bestehen sollte. In jedem Fall muß diese Hülle äußerst dünn sein, denn die Milchkügelchen kommen an die Oberfläche der Milch und die Butterkügelchen, da sie von einer aus Käsestoff bestehenden Hülle umgeben sind, die auf jeden Fall schwerer als Wasser ist, müssen den hauptsächlichen Bestandtheil der Kügelchen ausmachen.

Die Sache ist noch nicht entschieden und verdient daher eine Betrachtung aus verschiedenen Gesichtspunkten.

Für das Bestehen einer hautartigen Hülle der Butterkügelchen sprechen a) das Nichtzusammenfließen der Butter in der Milch, wenn sie einige Zeit gestanden hat. Sammelt sich Rahm auf der Oberfläche, worin man zusammenhängende Butter findet und worin also sicher die einzelnen Theilchen durch keine Hülle isolirt sind, dann sollten diese Hüllen aufgelöst worden sein. b) die schwierige Verseifung der Kügelchen durch Alkalien wodurch wohl nicht der Käsestoff als umhüllender Bestandtheil angedeutet wird, weil dieser in Alkalien so leicht löslich ist, aber woraus man doch auf die An-

weſenheit einer Hülle glaubte ſchließen zu dürfen. c) die Veränderung der Form der Milchkügelchen durch Eſſigſäure, welche Henle vor Allen behauptet, der angiebt, daß nach der Einwirkung der Eſſigſäure kleine Butterkügelchen aus den Milchkügelchen zum Vorſchein kommen und daran kleben bleiben, wodurch ſie allerlei Formen annehmen können.*) d) daß Aether und Alkohol, mit Milch geſchüttelt die Milchkügelchen wenig verändern, während, wenn jedes Fettkügelchen ohne Hülle wäre, eine Auflöſung des Fett's, wenigſtens eine totale Aenderung der Form, entſtehen müſſe. e) daß Eſſigſäure, zur Milch gefügt, die mit Alkohol und Aether geſchüttelt iſt, die Milchkügelchen ſchnell verändert, ſo daß die Milch, die undurchſichtig bleibt durch zugefügten Aether oder Alkohol, heller wird durch darauf hinzugegoßene Eſſigſäure und die Butter vom Aether aufgenommen wird. f) daß nach Simon**) in abgedampfter und mit Aether, worin das Fett aufgenommen wurde, ausgezogner Frauenmilch, nichtsdeſtoweniger kugelförmige Körper vorkommen.

Einen Theil dieſer Wahrnehmungen findet man nicht beſtätigt bei näherer Unterſuchung, ſo daß dieſe dann auch als Grund für das Beſtehen der Hüllen fallen müſſen. Harting***) z. B. kocht Milch mit Alkohol und ſah faſt keine Spur von Milchkügelchen mehr übrig, aber ein weißes, aus Flocken Caſein beſtehendes, Coagulum, welches Coagulum verſchwand, wenn man darauf mit Eſſigſäure erwärmte. Indeſſen beweiſt dieſer Verſuch weder für noch gegen die Hüllen, da es mehr als eine Art von Caſein giebt und der Alkohol eine von dieſen unten beſtimmten auflöſen kann.

Die Hüllen ſollten alſo wohl durch den kochenden Alkohol aufgelöſt werden können und ein anderer Theil des Ca-

*) Allgem. Anatomie S. 943.
**) Froriep's Not. 1839 Oct.
***) Hiſtologiſche Bemerkungen S. 15.

seins zu gleicher Zeit coagulirt worden sein. Harting sah auch durch Aether die Milchkügelchen verschwinden, ohne dazu Essigsäure zu bedürfen; überdies konnte er in dem Rückstande der eingedampften und mit Aether ausgezogenen Milch keine Kügelchen mehr wahrnehmen, die gleichwohl, dadurch daß sie den Inhalt verloren hatten, alle Zellenform verloren haben und nicht mehr als Hüllen erkennbar geworden sein konnten. Durch Schütteln einer Lösung von arabischem Gummi mit Butter erhielt Harting eine Flüssigkeit, die sich unter dem Mikroskop, auch im Verhalten zu Essigsäure, wie Milch verhielt, wogegen man inzwischen einwenden kann, daß ein consistenter Stoff, wie Gummischleim, wenigstens die Vertheilung der Butterkügelchen erklärt, daß aber in der Milch kein consistenter Stoff anzunehmen ist, der eine solche Scheidung der Butterkügelchen bewirken könnte, im Gegentheil, daß die Milch dünnflüssig ist, wenn die Kügelchen sich an der Oberfläche angesammelt haben. Das Verhalten der Butterkügelchen im arabischen Gummi der Essigsäure gegenüber, welches Harting ebenso fand wie das der Milchkügelchen, kann nichts anderem, als der Einwirkung der Essigsäure auf das arabische Gummi zugeschrieben werden, aber läßt die Frage in Bezug auf die Hüllen noch unentschieden.

In Betreff des Bestehens oder Nichtbestehens der Hüllen in den Milchkügelchen hat Dumas *) zwei Versuche mitgetheilt, die der Berücksichtigung würdig sind. Schüttelt man Milch mit Aether und läßt sie sich klären, so behält die Milch ihr Ansehen und der Aether hat kaum etwas aufgelöst. Mengt man jedoch Milch mit Essigsäure (und kocht man sie) schüttelt sie darauf mit Aether, so wird viel Butter von dem Aether gelöst und die Milch hat ihr Ansehen verloren.

Löst man Kochsalz bis zur Sättigung in Milch und filtrirt, so bekommt man eine hellere Flüssigkeit. Auf dem Fil-

*) Comptes Rendus. Tom. 21 p. 707.

ter bleiben die Milchkügelchen, die mit einer gesättigten Auflösung von Kochsalz ausgewaschen werden können. Nach langem Auswaschen findet man noch Casein mit der Butter auf dem Filter. Wäre dieses Casein nun nicht wie eine Haut um die Butter gelegt, dann ließe sich dieses nicht erklären. Dieser Versuch, den ich mehrere Mal mit demselben Resultat wiederholt habe, ist, glaube ich, entscheidend. — Die Hüllen der Milchkügelchen, gut mit Kochsalzlösung ausgewaschen, kann man in einer verdünnten Säure auflösen; dann erst fließt die Butter zusammen.

Van Bueren *) hat unter der Leitung von Donders diesen Punkt untersucht. Er fand in der That einzelne Kügelchen in der Milch, die aus einer theilweise nur mit Fett gefüllten Hülle bestanden. Die gut geformten Zellen in der Milch sind sehr selten; er sah sie in dem Colostrum eines Kaninchens, ein einziges Mal in dem Colostrum einer Frau, wo er auch einmal sehr große Fettkügelchen fand, aus einer Hülle mit fettem Inhalt bestehend. Beide waren sehr verschieden von den eigentlichen Milchkügelchen, die er mit Naße nicht in Milchkügelchen und Butterkügelchen unterscheiden konnte, aber einige fand er von ausgezeichneter Größe, einige von eckigem Aussehen. Vorzüglich bei niedriger Temperatur war die eckige Form zu unterscheiden und verschwand beim Erwärmen, was weder für noch gegen Hüllen spricht, weil in jedem Fall der Inhalt Butter ist, die bei niedriger Temperatur mehr krystallinisch, bei höherer weich ist. Van Buren fand ferner, daß, wenn Butter mit filtrirter Milch geschüttelt wird, gut zu unterscheidende Butterkügelchen erhalten werden, die dieselbe Veränderung durch Essigsäure erleiden, welche Henle den eigentlichen Milchkügelchen zuschreibt; und eine organische Hülle konnten hier die Butterkügelchen doch

*) Zusammensetzung und Entwickelungsweise der Formbestandtheile der Milch. Utrecht 1849. S. 9.

nicht bekommen. — Aus der mikroskopischen Untersuchung von Milch gekocht mit Alkohol, mit Alkohol und ein wenig Essigsäure, oder von sauer gewordener Milch mit Alkohol, lehrte van Bueren, daß beim Kochen mit Alkohol die Milchkügelchen viel mehr ganz blieben, als in den zwei anderen Fällen, in welchen die Kügelchen nur regelmäßig wurden und zuweilen zu großen Fettkugeln zusammenflossen. Milch mit etwas Aether gekocht, gab beinahe dasselbe Resultat wie Alkohol, aber hie und da halbgefüllte Hüllen von Zellen, zum Theil durch den Aether ihres fettigen Inhalts beraubt.

Van Bueren schließt, daß durch unmittelbare Wahrnehmung keine Zellhüllen an den Milchkügelchen wahrzunehmen sein, daß wohl eine Hülle der Fettkügelchen zu bestehen scheint, aber eine solche, welche nicht organisirt ist, nicht selbstständig bestehen kann, und einfach aus einen Stoff bestehen soll, der aus der umgebenden Flüssigkeit auf die Butterkügelchen condensirt ist, ohne darum eine Hülle zu sein, daß gleichwohl einzelne Fettkügelchen zu bestehen scheinen, die eine selbstständige Hülle besitzen, daß diese aber nur in geringer Menge in der Milch gefunden werden*).

*) Nach Donné (l'Institut № 450 p. 279) werden die Milchkügelchen zusammengedrückt und von ihrem fetten Inhalt befreit, wenn man sie zwischen zwei Glasplatten drückt. Unter dem Mikroskop sieht man dann die Butter zu länglichen Tropfen zusammenfließen, während die Hüllen der Milchkügelchen zu langen, dünnen, zusammengerollten Körperchen umgeformt werden. — Diese Wahrnehmung ist nicht bestätigt worden.

Das Buttern, wobei die Luft in reichlicher Menge in die Milch geführt wird und wobei die Milch stets sauer wird, ist viel besprochen worden. Das Buttern hat eine Auflösung der Hüllen der Milchkügelchen zur Folge und ist darum bedeutend genug, um aus einem wissenschaftlichen Gesichtspunkte betrachtet zu werden. Man weiß, daß durch das Buttern die Milch stets eine saure Reaction bekommt d. h., daß stets aus dem Milchzucker ein wenig Mitchsäure gebildet wird. Dadurch werden die Milchkügelchen von ihrer Hülle befreit eben so wie durch eine schwache Säure — z B. Essigsäure. — Nach dem Buttern kommt die Butter nicht nur an die Oberfläche getrieben, sondern die Buttertheilchen kleben auch zu größeren Massen zusammen. Das Buttern wird übrigens, wie es scheint durch den Einfluß der Luft nicht befördert, denn im luft-

Die Entstehung der ersten Milch d. h. derjenigen, welche im Thiere während der Schwangerschaft vor der Geburt oder kurze Zeit nach derselben abgeschieden wird, kann vielleicht darüber Licht verbreiten. Ich übergehe diesen Punkt gleichwohl mit Stillschweigen und verweise unter andern auf die Beobachtungen, welche Van Bueren darüber gemacht hat.

Aber etwas muß ich hier noch anführen, daß nach Lassaigne vor der Geburt der Frucht in dem Colostrum Albumin und kein Casein gefunden wird; er fand dieses selbst noch 5 Tage nach dem Gebären bei der Kuh.

Flüssigkeit der Milch. Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, daß die Milchkügelchen in einer hellen Flüssigkeit schwimmen; daß die Milchkügelchen selbst alle Butter enthalten und außerdem eine Hülle, daß sie aber nicht organisirt sind. Die Hülle ist eine von den Stoffen, die man unter dem gemeinschaftlichen Namen Käsestoffe begriffen hat; sie ist in der Milch unauflöslich. In der hellen Flüssigkeit sind viele organische Stoffe vorhanden. Zuerst sind in derselben zwei andere Bestandtheile des Käsestoffs anwesend, beide in ganz aufgelöster Form, welche wir unten beim Käsestoffe abhandeln wollen. Ferner kommen verseifbare Fette in aufgelöster Gestalt darin vor, Zucker von eigner Art, Milchzucker genannt, und endlich viele Salze, wovon einige mit

---

leeren Raume geschieht die Abscheidung der Butter in gleicher Weise. Es ist nun bekannt, daß Milchsäure $C_6 H_{10} O_5$ dieselbe Zusammensetzung wie Milchzucker hat $C_{24} H_{38} O_{19} + 5 H O = 4 (C_6 H_{10} O_5) + 4 H O$, so daß dazu kein Sauerstoff nöthig ist. Aber niemals wird man die Butter abgeschieden finden, als in sauer reagirender Milch, weshalb die Hüllen der Milchkügelchen durch diese Säure aufgelöst werden können.

Indessen befördert das Schütteln der Milch mit Luft — das Buttern — die Abscheidung bedeutend. Der Sauerstoff der Luft befördert schon in sehr kleinen Mengen die umsetzende Wirkung, welche der Käsestoff ausübt, wenn aus dem Milchzucker Milchsäure entsteht. Diese Milchsäure ist es dann, welche die Hüllen des unauflöslichen Käsestoffs löslich macht.

dem Käsestoff chemisch gebunden zu sein scheinen. — Uebrigens sind noch organische, wenig bekannte Körper darin vorhanden, worüber unten ausführlicher gesprochen werden soll, wie auch über den abwechselnden Gehalt an freier Milchsäure in der Milch.

Man hat früher von Verschiedenheit in der Reaction der Milch gesprochen. Berzelius hat sie sauer gefunden, andere, meinten, daß sie alkalisch sei, Donné glaubte, daß sie alkalisch abgeschieden werde, aber rasch sauer werde. — D'Arcet und Petit haben dieses entschieden *). — Die Milch von im Stall stehenden Kühen fanden sie stets sauer, von Kühen, die auf die Weide gehen, alkalisch. Sie glauben daher, daß die normale Reaction der Milch von Thieren, die freie Bewegung haben, alkalisch sei, daß aber kleine Einflüsse die Reaction verändern können. Und in der That giebt es vielleicht keine Flüssigkeit, in welcher so viel Gelegenheit zur Entwickelung von Säuren gegeben wäre, als gerade in der Milch.

Nach einiger Zeit Ruhe sammelt sich an der Oberfläche der Milch eine Lage der oben erwähnten Milchkügelchen (Rahm). Die Milchkügelchen sind durch ihren Fettgehalt leichter als die Flüssigkeit. Je mehr Kügelchen darin vorkommen, desto dicker ist die Schicht des Rahms. Sie ist verschieden bei verschiedenen Thieren und bei demselben Thiere verschieden nach der Nahrung, welche es zu sich genommen hat. Läßt man die Milch in einem hohen Glase stehen, so kann man die Quantität des Rahms messen. Ein solches Glas heißt Rahmmesser; ein Maaß für die Tauglichkeit der Milch ist es nicht, weil der Rahm aus Butter und sehr wenig unauflöslichem Käsestoff besteht; der Rahmmesser lehrt nichts von der Menge des auflöslichen Käsestoffs, vom Zucker oder den Salzen kennen: ein Rahmmesser ist daher keineswegs ein Milchmesser.

*) Berzelius Jahresbericht. Bd. 20 S. 579.

Eben ſo wenig kann das Areometer ein Milchmeſſer ſein. Mehr Waſſer in der Milch erniedrigt ihr ſpec. Gewicht; mehr Butter ebenfalls. Weniger Waſſer erhöht ihr ſpec. Gewicht, mehr aufgelöſter Käſeſtoff gleichfalls. Milchwagen — wie man ſie unter dieſem Namen verkauft — beſtehen alſo nicht in der Form der Areometer *).

Der Geruch der Milch iſt ſehr verſchieden, je nach dem Thiere, von welchem ſie herrührt. — Im Allgemeinen mag der Geruch ſüß genannt werden.

Durch viele Agentien wird die Milch verändert, da aber die Einwirkung von mehreren Milchbeſtandtheilen abhängig iſt, ſo kann darüber im Allgemeinen Nichts geſagt werden.

Käſeſtoffe. Wenn man Milch durch Salzſäure in der Wärme coagulirt und mit Waſſer auswäſcht, dann das Coagulum mit ſehr verdünnter Salzſäure auf eine warme Stelle ſetzt, ſo wird es aufgelöſt und die Butter kommt in die Höhe geſtiegen. — Aus der klaren Flüſſigkeit ſchlägt kohlenſaures Ammoniak einen Beſtandtheil nieder; wird dieſer durch ein Filter entfernt, ſo kann eine größere Menge Salzſäure einen zweiten Beſtandtheil fällen. — Beide kommen in dem ſogenannten Käſeſtoff vor **).

Miſcht man Milch mit einer geſättigten Kochſalzauflöſung, ſo kann man die Milchkügelchen durch ein Filtrum abſondern. Aus der klaren Flüſſigkeit kann man durch Salzſäure erſt einen Beſtandtheil des ſogenannten Käſeſtoffs niederſchlagen, einen andern darauf durch Erhitzen der klaren abfiltrirten Flüſſigkeit.

Aus dieſem letzten Verſuch folgt, daß der Käſeſtoff aus dreierlei beſteht: ein Theil, welcher in der Milch unauflöslich

*) Donné und Dieu haben Milchmeſſer zuſammengeſtellt, ſiehe Comptes rendus 1848, wo man einen Typus von Prioritätsſtreit darüber finden wird.

**) Scheik. Onderz. Deel IV. p. 483.

ist, zwei die aufgelöst sind und welche durch Salzsäure getrennt werden können.

Schloßberger hat, wie ich es mittheilte, den erstgenannten Versuch wiederholt *), wobei er den Niederschlag durch Salzsäure in Wasser, dem Salzsäure zugesetzt war, auflöste. Dagegen ist Bopp, Assistent am Gießener Laboratorium, natürlich aufgetreten **), der behauptete, daß das Casein nur einen Bestandtheil enthalte.

Der letzte Versuch ist leicht anzustellen. Man menge viel Kochsalz mit Milch, filtrire, halte Salz im Ueberschuß auf dem Filter und wasche mit einer gesättigten Salzlösung aus. Solchergestalt bekommt man — wie lange man auch auswäscht — Milchkügelchen auf dem Filter, die aus Butter und einer Hülle bestehen, welche alle Reactionen der Proteinstoffe zeigt. Sie ist in nicht saurer Milch unauflöslich; sie wird durch Essigsäure, Milchsäure und andere Säuren auflöslich gemacht. Niemand kann diesen Stoff für denselben halten, wie den aufgelösten, der in der Milch vorkommt. Ich will ihn Globo-Casein nennen; der Name unauflösliches Casein giebt Verwirrung mit dem Coagulum des ganzen Gemenges, welches wir also noch Casein nennen ***).

Mengt man zu der klaren Flüssigkeit, die von dem Filter, auf welchem die Milchkügelchen durch Kochsalz abgeschieden zurückbleiben, abfließt, Salzsäure, so fällt man von den beiden auflöslichen in der Kochsalzlösung enthaltenen Stoffe, einen in großer Menge. Filtrirt man diesen Niederschlag ab und erwärmt dann die Flüssigkeit, so wird sie trübe und setzt einen dritten Körper in der Form von weißen Flocken ab, dessen Menge gleichwohl viel geringer ist als die des bei ge-

*) Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 58 S. 92.
**) Ibid. Bd. 69. S. 16.
***) Gros (Comptes rendus. Tom. 22. p. 40 u. 131) färbt diese Hüllen durch Jod, nach Einwirkung von Chlor.

wöhnlicher Temperatur durch Salzsäure entstandenen Niederschlags.

Es ist nicht die Frage, ob diese drei Körper in den Eigenschaften und der Zusammensetzung einander nahe stehen oder ob man sie für denselben Stoff hält, so wie Bopp es behauptet hat. — Von dem Globo-Casein, welches im Kochsalz unauflöslich ist, während sich die beiden anderen darin lösen, ist in dieser Unauflöslichkeit genug Unterschied vorhanden. Von den beiden andern ist ein eigentlicher Unterschied angegeben, indem der eine in Salzsäure unauflöslich ist, während der andere durch Wärme gefüllt wird. — Diese beiden letzten Niederschläge, durch Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur und in der Wärme entstanden, sind beide salzsaure Verbindungen; den Letzten fand ich nicht immer anwesend.

Eine andere Untersuchung kann beweisen, ob diese beiden wirklich verschieden sind, aber keine genauere Untersuchung kann das Globo-Casein mit dem auflöslichen und in der Milch aufgelösten Casein für identisch erklären. Einer der auflöslichen Stoffe reagirt nicht mit Kali auf Silberblech.

Wir haben also bei der Coagulation der Milch durch Lab oder durch Säuren wohl zu unterscheiden, daß das Globo-Casein bereits unlöslich ist und also nicht coagulirt wird; die Coagulation tritt allein bei dem Aufgelösten ein, es mag ein einfacher Körper sein oder aus zwei verschiedenen bestehen.

Unsere Kenntniß des Caseins hat für das Gegenwärtige, wenn es seine Zusammensetzung betrifft, allein Beziehung auf das Gemenge der oben genannten Stoffe. Das Globo-Casein wird durch schwache Säuren aufgelöst, eben so wie der durch Säuren entstandene Niederschlag von auflöslichem Käsestoff wieder in Wasser auflösbar wird. Kochsalz war und ist noch das einzige Trennungsmittel der beiden, welches ich kenne, ich habe aber die so getrennten Stoffe nicht näher untersucht und wir müssen uns also mit dem Resultate der

Analyſe des Gemenges begnügen. Nach meinen früheren und neueren Verſuchen iſt die Zuſammenſetzung *) diejenige, welche ich oben S. 1017 ſchon mitgetheilt habe. Auch der Schwefel kommt hier als SN_2H_4 vor.

Werden dieſe Stoffe in verdünnter Salzſäure aufgelöſt mit kohlenſaurem Ammoniak gefüllt und gehörig von Fett befreiet, dann bekommt man die Subſtanz, deſſen Zuſammenſetzung S. 1017 oben ſchon mitgetheilt iſt.

Daß das ſogenannte Caſein bei der Auflöſung in Salzſäure und Füllung durch kohlenſaures Ammoniak eine andere Zuſammenſetzung bekommt, als es urſprünglich hatte, beſonders einen größeren Sauerſtoffgehalt, verdient vorzüglich bemerkt zu werden; es nähert ſich dadurch in der Zuſammenſetzung ganz dem Fibrin, was man bemerken kann, wenn wir die Zuſammenſetzung des Fibrins und des aufgelöſten Caſeins — beide von dem SN_2H_4, welches ſie enthalten, abgeleitet — neben einander und daneben dieſelbe Verbindung des Eiweißes ſtellen **) (C = 75,12).

	Eiweiß v. Eiern	Eiweiß des Serums	Caſein	Fibrin	Caſein, aufgelöſt und gefällt
C	55,6	55,0	54,8	54,4	54,1
H	7,1	7,2	7,1	7,0	7,0
N	14,4	14,5	15,1	14,4	14,7
O	22,9	23,3	23,0	24,2	24,2

Nach dieſen Analyſen iſt Niemand im Stande, das aufgelöſte und wieder gefällte Caſein vom Fibrin zu unterſcheiden. Es iſt allein ein ſehr kleiner Unterſchied im Sulphamid-Gehalt, welcher Schwefel 1,2 % beim Fibrin, und 0,6 % bei dem in Salzſäure aufgelöſten und durch kohlenſaures Ammoniak wieder gefälltem Caſein liefert. — Phosphor kommt übrigens im Caſein nicht vor, aber eine bedeutende Menge

*) Schelk. Onderz. Deel IV. p. 278.
**) ibid. p. 400.

phosphorſaurer Kalk, chemiſch mit ihm verbunden — in dem Caſein von Kühen 6 %.

Sowie das Fibrin und Albumin in zwei verſchiedenen Zuſtänden vorkommen können, auflöslich und unauflöslich, ſo können dieſes auch die beiden gut unterſcheidbaren Arten des Caſeins. Der unauflösliche, der, welcher die Hüllen der Milchkügelchen bildet, iſt unauflösbar und wird auflösbar gemacht durch ſchwache Säuren, woraus er durch kohlenſaures Ammoniak wieder niedergeſchlagen werden kann. Der, welcher auflöslich iſt, kann durch Säuren gefällt und unauflösbar gemacht, durch Verdünnung mit Waſſer darin aufgelöſt und durch kohlenſaures Ammoniak wieder gefällt werden. Dieſe beiden Stoffe verhalten ſich übrigens in der Auflöſung gegen Reagentien wie Eiweiß oder Fibrin, ſind aber durch andere Eigenſchaften wieder davon verſchieden. Eins der beiden Caſeine iſt namentlich in Alkohol in gewiſſem Grade auflöslich. Das aufgelöſte Caſein wird durch die Wärme nicht ſo wie Eiweiß gefällt, durch Lab dagegen wieder aus dem gelöſten in den ungelöſten Zuſtand übergeführt. Es wird dann gemengt mit dem unauflöslichen, mit dem, welches die Hüllen der Milchkügelchen bildet und tritt dann mit Butter gemengt als Käſe auf, wenn man die Milch coagulirt.

Bei der Verdauung wird das aufgelöſte Caſein durch die Säure des Magenſaftes erſt feſt, dann aber in dem Waſſer der Milch wieder aufgelöſt; bei Säuglingen, die an Säure leiden, iſt es nichts Ungewöhnliches, daß ſie coagulirtes Caſein erbrechen; das Brechen iſt ſelten, nicht die Anweſenheit eines Coagulums; bei geſunden oder kranken Menſchen, bei alten oder jungen, ſtets wird nach dem Genuß von Milch das vorher aufgelöſte Caſein im Magen gefällt und darauf wieder gelöſt.

Die Auflöſung geſchieht indeſſen bei der Anweſenheit von Säure nicht ſchnell. Das Leiden an Säure iſt bei Kindern ein Zuſtand der Umſetzung des Magenſaftes, wobei aus

dem Milchzucker der Milch Milchſäure entſteht. Zuweilen geſchieht es plötzlich und in bedeutendem Maaße. Die Menge der gebildeten Milchſäure kann dann zu groß ſein, um das Coagulum wieder aufzulöſen, der Magen wird dadurch erſchöpft und bringt die feſte Maſſe nach außen.

Es exiſtirt keine häufigere Urſache von Zerſtörung des Menſchenlebens, als die ſogenannte Säure; das beſte Vorbeugungs- oder Heilmittel iſt: beſſere Nahrungsmittel. Die Negerkinder in Surinam ſterben eben ſo oft an ſchlechten Nahrungsmitteln, als die der geringen Claſſe bei uns; die Bananen und das Arrowroot haben für Kinder denſelben geringen Werth.

Das Coaguliren der Milch iſt der Gegenſtand vieler Unterſuchungen geweſen, beſonders das durch Lab hervorgebrachte. Berzelius hat darüber die erſten guten Verſuche angeſtellt. Er wuſch das Lab mit Waſſer gut ab und trocknete es. Er nahm auf 1800 Theile Milch 1 Theil Lab, erwärmte die Milch langſam damit bis auf 50° C. und hielt ſie bei dieſer Temperatur ſo lange, bis alle Milch geronnen war; in der Flüſſigkeit blieb nur eine Spur Käſeſtoff übrig. Das Stückchen Lab wurde aus der Milch genommen und wieder getrocknet; es wog 0,94. Alſo haben 180,000 Theile Milch 6 Theile Lab nöthig, um coagulirt zu werden. Dieſe ſehr geringe Menge iſt folglich auf keine Weiſe chemiſch mit dem Caſein verbunden worden.

Sonſt hielt man das Lab für die Schleimhaut des Magens, beſonders bei jungen Individuen; man glaubte in dem Magen der Säuglinge etwas Eigenthümliches zu ſehen, in dem Magen der neugebornen Kinder ein beſondres Vermögen zu finden Frauenmilch zu coaguliren.

Das Lab iſt jedoch nach Mitſcherlich nicht die inwendige Haut des Kälbermagens, ſondern deſſen Peritonäum-Bekleidung, ſo daß ſehr verſchiedene Stoffe des thieriſchen Organismus dieſes Vermögen beſitzen (ſiehe S. 1015). Er ſah

von der Peritonäum-Bekleidung des Blinddarms dieſelbe Wirkung in Bezug auf das Gerinnen der Milch, wie bei der des Magens. Eine ſaure Reaction des wäſſrigen Auszugs des Labs oder der äußeren Bekleidung des Blinddarms ſah er nicht, und ſchreibt daher auch keiner Säure, folglich auch der Milchſäure nicht, die Coagulation der Milch zu. Es iſt bekannt, daß die Milch durch Lab gut coagulirt wird, wenn man erſt das Stückchen Lab in Waſſer weichen läßt und gut abwäſcht. An einen Gehalt an Säure — Milchſäure z. B. — welche im Lab vorkommen und durch Waſſer ausgezogen ſich mit dem Käſeſtoff verbinden ſollte, ſo daß aus einem auflöslichen in unauflöslicher milchſaurer Käſeſtoff entſtände, kann man alſo nicht denken. Die Zuſammenſetzung des feſtgewordenen Käſeſtoffs beſtätigt eine ſolche Meinung keineswegs, und ſollte doch Jemand daran zweifeln: das Coaguliren der Milch durch Eſſigſäure ſowohl als durch andere Säuren, durch einige Zeit lang angebrachte Wärme allein, vor allem jedoch das Coaguliren durch Eſſigſäure und ein wenig Wärme, nimmt der Meinung allen Grund, daß eine Bildung von Milchſäure dem Gefälltwerden des Käſeſtoffs ſtets vorangehen ſollte.

Die Coagulation des Käſeſtoffs muß unter dem allgemeinen Begriff der Dimorphie gefaßt werden; weiter gehen wir darin nicht. Die Dimorphie mag hier beim Käſeſtoff durch verſchiedene Körper unter verſchiedenen Umſtänden hervorgebracht werden, ſowie durch Säuren von verſchiedener Art, zu dann auch die Milchſäure gehört: in keinem Fall iſt eine Verbindung des Käſeſtoffs mit einer Säure, welches dieſes coagulirte Caſein ausmachen ſollte. Das Lab iſt Stoff im Zuſtande der Umſetzung, und es iſt dieſe Umſetzung, welche eben ſo wie Eſſigſäure und Wärme den Käſeſtoff machen kann.

Mehr wiſſen wir nicht davon. Das Eiweiß, welches durch Wärme allein bei 62° ungefähr — verſchieden jedoch verſchiedene Eiweißſorten und anderen Alkaligehalt — ge-

fällt wird, wird nicht fest durch Verbindung mit anderen Körpern, eben so wenig wie der Käsestoff. Aber der Käsestoff fordert zuweilen die Anwesenheit von anderen Körpern, von wie verschiedener Art sie dann auch sein können und in wie kleiner Menge sie auch nur dazu erforderlich sind, damit ihre Molecule ein andere Stellung gegeneinander annehmen sollen.

Nach Selmi *) kann Lab dann noch die Milch coaguliren, wenn es alkalisch reagirt, selbst wenn vorsätzlich Natron zugefügt ist und es wird also die zuweilen gebildete Milchsäure von keinem Einfluß auf die Coagulation sein, weil nach der Coagulation die Milch die alkalische Reaction behalten hat. Hiezu hat sie gleichwohl eine viel höhere Temperatur nöthig, als bei Abwesenheit von alkalischer Reaction, sogar 55° bis 60°. — Umgekehrt sah er Lab im Stande Käsestoff, der in einer Säure aufgelöst war, wieder zu coaguliren. Er fällte Milch mit Essigsäure oder Oxalsäure und löste das Casein in einem Ueberschuß der Säure wieder auf. Lab präcipitirte hieraus das Casein auf's Neue. Milchsäure und Salzsäure waren nicht im Stande, aus der essigsauren oder kleesauren Auflösung das Casein niederzuschlagen.

Nach Rochleder **) jedoch, soll jede Art Casein in Wasser unauflöslich sein, während die auflösliche Art, die in der Milch angenommen wird, eine Verbindung von Casein mit Alkali oder einer alkalischen Erde ist, die selbst mit einigen Basen verbunden in schwachem Alkohol aufgelöst werden kann. Er fällt das Casein aus Milch durch Schwefelsäure, entfernt die größte Menge der Säure durch Waschen, löst in kohlensaurem Natron auf, läßt die größte Menge Butter sich abscheiden und nimmt die klare Flüssigkeit mit einem Heber weg. Durch Schwefelsäure oder Essigsäure fällt er dann das Casein, das er mit Alkohol und Aether auszieht.

---

*) Journal de Pharm. et de Chim. Tom. 9. p. 265.
**) Annalen der Ch. u. Pharm. Bd. 45. S. 253.

Auf dieſe Weiſe wird das Caſein unauflöslich. Das be-
lt Niemand, aber es iſt es durch Schwefelſäure gewor-
wodurch die Milch zu Anfang präcipitirt worden iſt;
efelſäure ändert auflösliches Caſein in unauflösliches um;
l unauflöslich geworden, bleibt es ſo.

Wäre es ein Alkali oder eine alkaliſche Erde, welche den
loff in der Milch aufgelöſt enthielt, dann müßte jede
e, auch Eſſigſäure, den Käſeſtoff unverzüglich fällen. Bei
nlicher Temperatur geſchieht dieſes aber nicht. — Die
Milch der Kühe bei der Stallfütterung widerlegt ganz
ar die Anſicht Rochleders.

Durch das Buttern wird das Caſein in Eigenſchaften
ſuſammenſetzung verändert. Nach einer Analyſe, die ich
emſelben vor vielen Jahren gemacht habe, beſteht es
C = 75,12) *).

C	54,5
H	7,3
N	14,0
OS	22,9
P_2O_5	1,3

eint Milchſäure und Phosphorſäure chemiſch gebunden
halten.

Das Sauerwerden der Milch, wobei es feſt wird, ge-
unter Aufnahme von Sauerſtoff; welche Veränderung
äſeſtoff hiebei erleidet, iſt nicht bekannt, aber das iſt
daß Milchſäure gebildet wird und daß die Milchſäure
r wie beim Buttern mit dem Käſeſtoff verbindet.

ſt ein wenig Milchſäure in der Milch, ſo kann man ſie
rwärmen, ohne daß ſie gerinnt, dadurch wird dann die
iurebildung vergrößert. Man kann jedoch ſolche ein
ſauer gewordene Milch nach Zufügung von ein wenig
aurem Natron noch erhitzen, ohne daß ſie feſt wird.

---

t. en Sch. Archief. Deel VI. p. 160.

Das Caſein giebt bei der Fäulniß und bei der Einwirkung von ſtarken Agentien dieſelben Zerſetzungsproducte wie die anderen Proteinverbindungen. — Sie nähert ſich in einigen Eigenſchaften dem Legumin, in anderen dem Pflanzenſchleim, in anderen dem Eiweiß.

Fr. Simon *) meint, daß das Globulin des Bluts Caſein iſt. Er befreit Blut von Fibrin, erwärmt es bis 48°, fügt gut ausgewaſchenes Lab dazu und ſättigt das freie Alkali mit ein wenig Eſſigſäure. Hiebei wird das Blut dick und ſetzt auf dem Boden eine feſte Maſſe ab, die er für Caſein hält. Man wäſcht aus den Blutkörperchen den Farbeſtoff und behält das Globulin über, das er jetzt als Caſein anzieht. Er kochte auch Blutkuchen, ſo viel als möglich vom Serum befreit, mit ſchwachem Alkohol aus und löſte darin Hämatin und Caſein.

Was Simon für Caſein hält, iſt wohl ein Körper, der einige Eigenſchaften des Caſein beſitzt, aber wieder andere, dem Caſein zukommende, entbehrt. Ich habe ſchon bemerkt, daß die Hüllen der Blutkörperchen aus mehr als einem Stoff beſtehen: einer derſelben kann mit Caſein übereinſtimmen, es bleibt aber dann noch die Frage mit welchem, da das Caſein ſelbſt zuſammengeſetzt iſt.

Butter. Die Butter iſt ein ſehr zuſammengeſetzter Körper. Chevreul fand darin Margarin, Elain, Butyrin, Caprin und Capron, welche fünf Stoffe alle verſeifbar ſind, und alſo Margarin-, Elain-, Butter-, Caprin- und Capronſäure bilden. Die drei letzten Säuren ſind flüchtig und geben den Geruch nach ranziger Butter. Bromeis **) hat ein eignes Elain darin gefunden, das Eleo-Butyrin heißen mag und zu Eleo-Butterſäure verſeifbar iſt: $C_{12}H_{62}O_5$. Nach

*) Archiv der Pharmacie. Bd. 18. S. 35.
**) Annal. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. 42. S. 46.

meis ſoll das Verhältniß der friſchen Butterbeſtandtheile
ittel das folgende ſein:

Margarin	68
Eleo-Butyrin	30
Butyrin, Caprin, Capron . .	2
	100.

ɜn verſeifter und mit einer Säure zerſetzter Butter fand
*) Margarinſäure und Eleo-Butterſäure, Caprinſäure,
nſäure, Caprylſäure und Vaccinſäure. Durch dieſe letzte
ɜuweilen die Butterſäure und Capronſäure erſetzt.

Butterſäure . . .	$C_8H_{16}O_4$
Capronſäure . . .	$C_{12}H_{24}O_4$
Caprylſäure . . .	$C_{16}H_{32}O_4$
Caprinſäure . . .	$C_{20}H_{40}O_4$.

)ieſe flüchtigen Fettſäuren und im Ganzen die Fette ſind
nter einen allgemeinen Geſichtspunkt gebracht, inſofern
nlich aus $n\,CH_2 + O_4$ als fette Säuren beſtehen. Sie
ı leicht in einander übergeführt, und wie Pelouze
Bélis gelehrt haben, wird die Butterſäure leicht aus
erhalten **). Man menge Zucker mit Käſe und Waſ-
ɔ füge Kreide hinzu.

)er Zucker wird in Milchſäure verwandelt, entwickelt
ıſäure und Waſſerſtoff unter dem zerſetzenden Einfluß
ıſeins und bildet eine bedeutende Menge butterſauren
**).

lle Arten von Zucker werden auf dieſe Weiſe zerſetzt,
nter dem Einfluß von Fleiſch, Fibrin, Albumin, Hefe:
uch Stärke, Gummi, Dextrin, Lactin, das iſt Milch-

Berzelius Jahresbericht. Bd. 24, 690.
Poggendorfs Ann. 1843. №. 8 p. 625.
Lehmann bereitete aus Eiweiß, Fett und Milchzucker, Milchſäure und Butterſäure. Hier iſt das Eiweiß das Ferment, die Butterſäure entſtand aus dem Fett, die Milchſäure aus dem Milchzucker.

zucker, geben Buttersäure und nicht nur diese Körper thun es sondern auch viele Stoffe des Pflanzenreichs, was um so weniger befremdend ist, da sie Protein und Zucker, Gummi oder Stärke enthalten.

Fibrin, Albumin, Casein geben desgleichen für sich allein Buttersäure, sei es nur diese, sei es daß daraus Caprinsäure, Caprylsäure, Capronsäure und Valeriansäure $C^{10} H^{18} O^3$, $H^1 O$ eine Säure, identisch mit der, die als Phocensäure von Chevreul im Thran gefunden ist, gebildet worden sind.

Die Bildung dieser flüchtigen Säuren aus Zucker ꝛc., schließt sich an die aus Fibrin, Casein ꝛc., worin Zucker mit als integrirender Bestandtheil vorkommt. Aus faulendem Fibrin bereitet man eine bedeutende Menge derselben und alter Käse bekommt von diesen flüchtigen Säuren den eigenthümlichen Käsegeruch. Das smegma organorum genitalium, zum großen Theil aus Casein zusammengesetzt, giebt bei seiner Zersetzung die flüchtigen Säuren und der Fußschweiß verdankt seinen Gestank mit diesen flüchtigen Säuren.

Es ist stets der Zucker der Proteinverbindungen, der sie entstehen macht, und Pelouze und Gélis konnten sie in bedeutender Menge dadurch aus sich zersetzenden Käse darstellen, worin schon Zucker vorkommt und der die genannten flüchtigen Säuren schon von selbst giebt, — daß sie noch vorsätzlich eine bedeutende Menge Zucker hinzufügten.

Durch diese Eigenthümlichkeiten ist die Bildung der flüchtigen Fettsäuren aus verseifter Butter gleichwohl noch nicht erklärt. In der frischen Butter sind doch Margarin, Elco-Butyrin, Butyrin, Caprin, Capron, Capryl, Vaccin vorhanden, in welchen die zu jedem Fettstoff gehörenden flüchtigen Fettsäuren mit Lipyloxyd verbunden sind.

Da bei alledem in dem Organismus aus Zucker die flüchtigen Fettsäuren — Buttersäure, u. s. w. — entstehen, müssen sie mit Lipyloxyd vereinigt werden, damit sie als Bu-

u. ſ. w. in der Butter vorkommen. — Auf welche Weiſe ſich dieſes vorzuſtellen hat, habe ich S. 258 angegeben. In den Milch abſcheidenden Organen ſelbſt muß dieſe ung vor ſich gehen, in ſo fern es das Eleo-Butyrin, rin, Caprin, Capron, Capryl und Vaccin betrifft; das arin iſt ein allgemeiner Beſtandtheil des Körpers und infach in die Milch über.

Daß die allgemeinen Fette des Körpers, z. B. das Mar- bei dem Genuß von Mehlſpeiſen nicht in Butyrin, Ca- u. ſ. w. umgewandelt werden, kann man daraus ablei- daß ſtillende Frauen gerne Mehlſpeiſen und Zucker ge- , und die Milchabſcheidung dadurch ſehr befördert wird, ie Milchabſcheidung ſchnell aus der genommenen Speiſe tande kommt. Eine Bildung des Butyrins, Caprins w. aus Margarin in dem Körper der Mutter kann wohl angenommen werden, weil eine Umwandlung von , Butyrin u. ſ. w. in Margarin in dem Säugling ch zu gehen ſcheint, da wenigſtens keine Anhäufung die- tte bemerkt wird und weil wir wohl eine Veränderung ucker in die genannten flüchtigen Fettſäuren kennen aber ute in dem Organismus noch nicht aus Margarin oder die flüchtigen Fettſäuren haben entſtehen ſehen. —

Was auch hier geſchehen möge, ein Theil der Butter ſicher direct von den Fetten der Mutter, das Margarin tlich, ein anderer Theil kann aus dem Zucker, der in Blute vorkommt, entſtehen. Der Zucker der Milch und Fette der Butter, — die nämlich flüchtige Fettſäuren können — haben dann denſelben Urſprung, entſtehen n Pflanzenfreſſern entweder nicht oder nur zum kleinen aus den Proteinverbindungen der Nahrung, ſondern lich aus der Stärke, dem Zucker u. ſ. w., während ſie n Fleiſchfreſſern aus dem Zucker der zerſetzt werdenden benden Gewebe und der Zerſetzung der Proteinverbin- n entſtehen. — Bei den Fleiſchfreſſern haben alſo Caſein,

Zucker und flüchtige Fette dieſelbe Quelle woraus ſie entſtehen, nämlich die genoſſenen Proteinverbindungen. —

Das Ranzigwerden der Butter beſteht in einer Zerſetzung des Butyrins, Caprins u. ſ. w., in der Abſcheidung des Glycerins und dem Freiwerden der flüchtigen Fettſäuren. Je beſſer die Butter durch Auswaſchen vom Caſein befreit iſt, deſto ſchwieriger wird ſie ranzig; das Caſein wirkt hier wie ein Ferment.

Die Methode von Pelouze und Gélis dient ſowohl zur Bereitung von Milchſäure, als auch von Butterſäure. Sie verdient um ſo mehr unſere Aufmerkſamkeit, weil wir dadurch auf den wichtigen Dienſt gewieſen werden, welchen die Milchſäure im Organismus zu leiſten ſcheint. Der Organismus iſt von Milchſäure durchdrungen; die Muskelmaſſe iſt ſauer davon, inſofern das Blutgefäßſyſtem, von welchem ſie durchwebt iſt, außer Rechnung gelaſſen wird, wie es Berzelius vor vielen Jahren ſchon gezeigt hat. — Es wird alſo neu gebildete Milchſäure ſein, welche in der Milch zur Entſtehung der genannten flüchtigen Fette beiträgt.

Milchzucker Man bereitet ihn aus dem Serum der Milch, das heißt aus der Flüſſigkeit, welche nach Abſcheidung des Käſes mittelſt Lab, übrigbleibt, durch Abdampfen. Es iſt eine eigenthümliche Zuckerart, deren Zuſammenſetzung C_{24} H_{38} O_{19} + 5 H O iſt, und ſo viel man jetzt weiß, allein in der Milch gefunden wird. Der Milchzucker wird durch verdünnte Säuren und Wärme in Glucoſe verändert. Einige Chemiker haben Unterſchied zwiſchen dem Milchzucker aus Milch von verſchiedenen Thieren gefunden und eine verſchiedene Menge Schleimſäure durch Behandeln mit Salpeterſäure daraus erhalten. Der Milchzucker bewirkt eine Reduction des Kupferoxyds in Kali, ebenſo wie Glucoſe, zu Kupferoxydul.

Zu den Verſchiedenheiten, worin Milchzucker von andern Zuckerarten abweicht, gehört die Bildung von Schleimſäure

Salpeterſäure, gerade ſo wie das arabiſche Gummi.
geht er durch Heſe nicht in den gewöhnlichen Gäh-
ſtand, in Gährung über. Bei gewöhnlicher Tempe-
wird er durch Caſein leicht, durch Lab ſehr ſchnell in
äure verwandelt. Durch Heſe geht er zum Theil auch
lchſäure über *). Das Caſein iſt aber das Ferment für
ucker. Bei einer höhern Temperatur, als die Gährungs-
ratur des Rohr- und Traubenzuckers iſt, verändert das
den Milchzucker in Traubenzucker, und dieſen dann
ohol und Kohlenſäure. Die Bereitung von geiſtigen
ken aus Milch war lange Zeit bezweifelt, bis Schill,
und Cagniard la Tour dieſes beleuchtet haben;
te hat auch behauptet, daß bei 30° und mit viel Hefe
cker ebenfalls in Gährung gerathen kann.

Wenn man zuweilen den Säugling, nachdem er ſich an
utterbruſt geſättigt hat, dumpf und ſchläfrig werden
ſo ſollte man geneigt ſein an Bildung einer kleinen
Alkohol aus Milchzucker durch Caſein zu denken. Bei
jenen ſpürt man jedoch nach dem Genuß von Milch
einer ſolchen Wirkung und es bleibt deshalb proble-
ob beim Säugling, wo indeſſen einige Verrichtungen
ſtärker ſind, wie z. B. das Athmen und der Blutum-
o die Magenwände ein ſo großes Umſetzungsvermögen
in der That eine ſolche theilweiſe Alkoholbildung
et. Sicher iſt es, daß der Säugling, der ſich recht
u Gute gethan hat, halb betrunken erſcheint, dumpf
laftrunken wird und in einen Zuſtand zu gerathen
als wenn er eine kleine Menge eines narcotiſchen
zu ſich genommen hätte.

r Milchzucker iſt im Organismus, was das Vermögen

. der Pharmacie Bd. 31, S. 152, Schill, der ſchon 1833 dieſen
enſtand behandelt hat und alſo von Heß, Berzelius Jahresbericht
) S. 627.

zu nähren anbetrifft, nicht von dem Rohr- und Traubenzucker zu unterscheiden. Er scheint sehr schnell, wenn er als Nahrung genommen wird, sich in Traubenzucker zu verwandeln.

Er erleidet im Magen oftmals dieselbe Umwandlung, der er bei Sommertemperatur in der Milch unterworfen ist, nämlich in Milchsäure.

Der Milchzucker entsteht theils aus der genossenen Stärke, theils aus den zersetzten Proteinverbindungen des Mutterthieres. Mehlspeisen befördern die Menge des Milchzuckers in der Frauenmilch bedeutend. Die Milch der fleischfressenden Thiere enthält aber auch, wie man unten sehen wird, Milchzucker, welcher aus nichts Anderem entstehen kann, als aus Zucker, durch Zersetzung des leimgebenden Gewebes und der Proteinverbindungen gebildet.

Milchsäure. Diese Säure kommt in der sauren Milch vor, fehlt aber in der Regel auch nicht in der süßen Milch in wie geringer Menge sie auch darin enthalten ist. Die Milchsäure kann in großer Menge aus Milchzucker aber auch aus anderem Zucker bereitet werden, durch Stoffe verschiedener Art, die in der Zersetzung begriffen sind, z. B. Casein (siehe S. 1230).

Extractartige Stoffe der Milch. Nach Entfernung des Käsestoffes, der Butter und des Milchzuckers aus der Milch, bleiben die Salze und formlosen Körper übrig.

Sie werden durch Verdampfung des Milchserums erhalten und sind zum Theil in Alkohol auflöslich. Berzelius hält sie im Allgemeinen für gleich mit den extractartigen Stoffen des Fleisches, aber er sagt, daß er sie nicht sorgfältig untersucht hat, und Niemand nach ihm hat dieses gethan.

Ob noch andere bestimmte, gut gebildete und bekannte Körper, von denen wir wissen, daß sie Zersetzungsproducte der Hauptstoffe des thierischen Organismus sind, in der Milch vorhanden sind, ist nicht bekannt, aber auch nicht wahrscheinlich. Die Milch ist ein ganz und gar eigenthümliches Secret,

viel eher Blut in einer eigenthümlichen Form, als ein
tlich ſogenanntes Secret zu nennen. Sie kann ſehr
. die Beſtandtheile des Blutes enthalten, die darin nicht
n, wie Choleſterin, Harnſtoff, oder Stoffe, die ſpäter ohne
ſel im Blute gefunden werden, als Kreatin, Hippurſäure
w., aber Niemand hat bis jetzt dieſe Körper darin ge-
en oder, ſo viel ich weiß, darin geſucht. Aus dieſem Ge-
punkte wäre eine ausführliche Unterſuchung der Milch
die Wiſſenſchaft nicht ohne Nutzen; früher und jetzt hat
ſich zu viel auf die darin vorkommenden Hauptſtoffe be-
nkt.

Salze der Milch. Von den Salzen der Milch muß
zuerſt anführen, daß ſie diejenigen enthalten muß, die
dem Urin der Mutter, während ſie nicht ſtillte, ausge-
en wurden. Die Mutter vertheilt die Salze zwiſchen
und ihrem Säugling. Es ſind die gewöhnlichen Salze
lrins, welche darin nicht fehlen können: vor Allen in
icher Menge die Knochenſalze, der phosphorſaure und
ſaure Kalk, wodurch der Säugling an Feſtigkeit zuneh-
ſoll. Der Käſeſtoff iſt mit einer reichlichen Menge der-
innig verbunden, wie ich oben (S. 1220) angeführt

Im Allgemeinen verdienen die Salze keine beſondere Ab-
ung, weil ſie theils die Salze des Blutes ſind, theils von
enommenen Nahrung abhängen. Die Vertheilung der
beim Mutterthiere zwiſchen Milch und Urin verdient
genaue Unterſuchung; gegenwärtig iſt Nichts davon be-
Man kann vermuthen, daß der Urin von ſäugenden
en viel ärmer an Salzen iſt.
Die anorganiſchen Stoffe der Kuhmilch hat H. Roſe*)
mt, in Bezug auf welche Unterſuchung ich daſſelbe be-

*) Journal f. pr. Chemie. 1849. Nr. 17. S. 59.

merken muß, wie bei den anorganischen Bestandtheilen des Blutes. Er fand in der Kuhmilch nach der Verbrennung:

		Sauerstoff	
Chlornatrium	4,74		
Chlorkalium	14,18		
Natron	6,96	1,78	11,51
Kali	23,46	3,97	
Kalk	17,34	4,87	
Magnesia	2,20	0,85	
Eisenoxyd	0,47	0,14	
Phosphorsäure	28,04	15,71	17,51.
Schwefelsäure	0,05	0,02	
Kohlensäure	2,50	1,80	
Kieselsäure	0,06	0,03	

Bei den in der Milch nicht chemisch gebundenen sehr ungleichartigen Stoffen, kann unmöglich ein einfaches Verhältniß zwischen der Menge Sauerstoff in den Basen und den Säuren bestehen, oder es müßte wie bei dem Blute ein zufälliges sein. Untersuchungen von Salzen in Gewebsmassen oder Excreten haben keinen Werth für das, was die Wissenschaft eigentlich bedarf.

Milch von verschiedenen Thieren und von Menschen. Es herrscht in der That viel Aehnlichkeit zwischen der Milch von verschiedenen Thieren abstammend; aber auch, wie man a priori erwarten kann, viel Unterschied. Bei der Unbekanntheit mit vielen Nebenbestandtheilen, deren Untersuchung früher und jetzt nicht unternommen ist, ist es mit der Kenntniß der Milch nicht weiter gekommen, wie mit der des Blutes; man hat sich vorzüglich auf eine quantitative Bestimmung der Hauptbestandtheile beschränkt. Für unsern Zweck ist dieses von keinem großen Werth, und wir werden das Folgende darum nur als ein allgemeines Beispiel anführen.

Frauenmilch. Fr. Simon hat diese am ausführlichsten untersucht. Aus einer großen Menge mit Sorgfalt unternommener Analysen ergiebt sich ihre Zusammensetzung:

	Maxim.	Minim.	Medium.
Caſein	4,52	1,96	3,40
Butter	5,40	0,80	2,53
Milchzucker	6,24	3,92	4,25
Unverbrennbare Theile .	0,29	0,18	0,24
Feſter Rückſtand nach dem Verdampfen	12,68	8,60	11,24
Waſſer	91,40	87,32	88,76
Spec. Gewicht	1,035	1,030	1,032.

Die Reaction der Frauenmilch fand Simon ſtets al-
).

Den Käſeſtoff hat er durch Alkohol bei ſeinen Analyſen
t.

Kuhmilch. Playfair hat einige Analyſen der Kuh-
angeſtellt *). In ſeinen Reſultaten kann der Käſeſtoff
zu niedrig ausgefallen ſein und der Milchzucker dage-
ioch etwas Käſeſtoff enthalten haben. In 9 Sorten
ilch fand er:

	Käſeſtoff	Butter	Zucker	Salze	Waſſer
1)	5,4	3,7	3,8	0,6	86,5
2)	3,9	5,6	3,0	0,5	87,0
3)	4,9	5,1	3,8	0,5	85,7
4)	5,4	3,9	4,8	0,5	85,4
5)	3,9	4,6	4,5	0,7	86,3
6)	3,9	6,7	4,6	0,6	84,2
7)	2,7	4,9	5,0	0,5	86,9
8)	3,9	4,6	3,9	0,5	87,1
9)	3,5	4,9	3,8	0,5	87,3
Mittel	4,2	4,9	4,1	0,5	86,3.

:ben letzten Analyſen ſind von Stallmilch; die Thiere
ı mit Heu, Hafer, Bohnen und Kartoffeln gefüttert.

---

ios. Mag. 3e Serie, vol. 22. p. 281.

Er fand, daß die Menge der Butter in der Milch stets viel größer war, als an Fett in den genossenen Nahrungsmitteln gefunden wurde; auch fand er, daß die Menge der Butter nach Bewegung geringer war, als nach der Ruhe. Die Milch Nr. 1 war von einer Kuh des Abends genommen, nachdem sie den ganzen Tag auf der Weide gewesen war, während Nr. 2 von derselben Kuh war, nachdem sie eine Nacht ruhig im warmen Stall zugebracht hatte. Mehlspeisen vermehren nach ihm sehr die Menge der Butter in der Milch (siehe S. 265). In Bezug auf die Bildung des Käsestoffes hat Playfair sonderbare Begriffe; er glaubt, daß derselbe von umgesetzten Formbestandtheilen des Körpers bereitet wird, daß aber Bewegung dazu nöthig ist und leitet daraus ab, daß die Kühe im Stall um so viel weniger Käsestoff geben, als auf der Weide, welches Niemand mit ihm in diesem Sinne auffassen wird; die Art des Nahrungsmittels, das ist hier die Menge der Proteinverbindungen in der Nahrung, so genau, als nöthig ist, untersucht, um aus dem Pflanzenalbumin u. s. w. die Entstehung des Käsestoffs abzuleiten, ist hiervon der einzige Grund.

Nach Bouſſingault*) ist eine zu große Menge Kartoffeln schädlich für die reichliche Bildung von Kuhmilch. Wir können die Resultate von Bouſſingault auf folgende Weise zusammenstellen. Er stellte seine Versuche mit zwei Kühen an, denen er während einer gewissen Zeit erst rothe Rüben, dann Heu und darauf Kartoffeln gab.

*) Annales de Ch. et de Phys. Tom. 12. pg. 153.

	Rothe Rüben		Heu		Kartoffeln	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.
ein	3,67	3,81	3,63	3,56	4,37	3,99
chzucker	3,39	3,74	3,46	3,94	3,09	3,99
ter	4,56	3,42	5,92	4,39	3,97	4,63
ärüre	0,43	0,54	0,45	0,52	0,55	0,55
sphate	0,22	0,26	0,27	0,20	0,27	0,27
ſſer	87,73	88,23	86,26	87,39	87,75	86,57
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	99 Liter Milch in 17 Tagen	101 Liter Milch in 17 Tagen	65 Liter Milch in 15 Tagen	89 Liter Milch in 15 Tagen	47 Liter Milch in 14 Tagen	75,6 Liter Milch in 14 Tagen

Wenn man auf die Menge Milch achtet, welche die beim Genuß von Kartoffeln weniger geliefert haben, iſt ſie in der That auffallend. Nehmen wir die beiden zuſammen, ſo haben wir

the Rüben 99 + 104 Liter = 203 in 17 Tagen,
u . . . . . 65 + 89 Liter = 154 in 15 Tagen,
rtoffeln . . 47 + 76 Liter = 123 in 14 Tagen.

Dies macht in 14 Tagen für

rothe Rüben	Heu	Kartoffeln
167 Liter	144 Liter	123 Liter.

hiebei muß bemerkt werden, daß die Kühe bei dem Ge- von rothen Rüben allemal ſehr an Gewicht abgenom- hatten.

Man gab ihnen darauf während 4 Tagen Heu und be- erſt dann die Aufzeichnung der Reſultate, die von dem ngegeben ſind. Nach den 15 Tagen des zweiten Ver- hatten die Kühe wieder an Gewicht zugenommen und m Genuß der Kartoffeln im Gegentheil wieder ſehr ab- men.

Bemerkenswerth iſt die Gleichheit der Zuſammenſetzung Milch, bei ſo großer Verſchiedenheit der Menge und ſo edenem Futter. Beide Kühe gaben ungefähr dieſelbe e Käſeſtoff; die zweite Kuh ſtets ein wenig Milchzucker

mehr, als die erste, die zweite dagegen bei rothen Rüben und Heu weniger Butter, bei Kartoffeln jedoch wieder mehr.

Lassen wir diese kleinen Verschiedenheiten außer Acht, dann drücken die Mengen der Milch in 14 Tagen das Vermögen der Milchbildung bei Kühen in Bezug auf diese drei Nahrungsmittel aus. Diese Versuche sind von Gewicht, um den Nutzen der Erdäpfel für den Menschen näher kennen zu lehren.

Die Zusammensetzung der Milch von Kühen oder anderen Thieren ist verschieden nach der Zeit, welche seit dem letzten Melken verflossen ist, aber auch nach der Zeit des Melkens selbst. Das Erste ist nicht unbekannt und wird bei dem Urin ebenso gefunden. Das Letzte verdient besondere Aufmerksamkeit. Peligot hat zuerst darauf aufmerksam gemacht *). Er ließ Eselinnenmilch nach 9 Stunden Zwischenzeit nach einander ausmelken, und vertheilte die bei einem Male aufgefangene Milch in drei Theile, die er besonders untersuchte. Er fand

	1ster Theil	2ter Theil	3ter Theil
Butter	0,96	1,02	1,52
Milchzucker	6,50	6,48	6,45
Casein	1,07	1,95	2,95
Feste Bestandtheile	9,22	9,45	10,92
Wasser	90,78	90,55	89,08

Ein Blick lehrt, daß während des Melkens die Menge der Butter und des Caseins zunimmt, welches in der That beachtet zu werden verdient und welches man a priori gerade umgekehrt glauben sollte.

Reiset hat **) diese Versuche wiederholt und auf Milch von zwei Kühen ausgedehnt, die im September, October und November Morgens, Tags und Abends gemolken wurden, mit einigen Stunden Zwischenzeit. Er fing die Milch zu Anfang

*) Ann. de Ch. et de Phys. 2. Serie, Tom. 62. pg. 437.

**) Ann. de Chem. 1848, pg. 509.

und am Ende des Melkens auf, dampfte ſie ein und trocknete das Zurückbleibende bei 100°. Seine Reſultate ſind folgende:

Zeit nach dem letzten Melken verlaufen				Feſte Theile der Milch zu Anfang in 100 Theilen Milch	Feſte Theile der Milch am Ende in 100 Theilen Milch
12	Stunden	—	Minuten	9,33	16,04
12	»	—	»	9,90	15,85
12	»	—	»	9,90	17,82
11	»	30	»	10,41	21,30
11	»	30	»	9,62	19,07
6	»	—	»	13,30	16,30
6	»	—	»	12,80	16,06
5	»	—	»	11,49	17,70
5	»	—	»	12,0	21,20
5	»	—	»	13,60	18,50
4	»	—	»	17,19	16,93
4	»	—	»	15,28	14,73
2	»	30	»	14,60	13,33
2	»	20	»	12,84	13,08
1	»	15	»	13,65	13,89
1	»	15	»	11,65	11,89
1	»	30	»	10,96	
1	»	30	»	10,88	13,33

Aus dieſen Verſuchen — die mit der anderen Kuh gaben dieſelben Reſultate — folgt, daß wenn die Milch in wenigſtens 4 Stunden nicht entzogen iſt, das zuerſt Erhaltene viel weniger feſte Stoffe enthält, als das Letzte. Bei einem Zwiſchenraum von 2 Stunden zwiſchen dem Melken, fällt dieſer Unterſchied weg, aber dann iſt die erſte Milch doch noch viel reicher an feſten Beſtandtheilen, als bei 11 bis 12 Stunden Zwiſchenzeit.

Die Zeit, ſeit welcher die Thiere die letzte Nahrung zu ſich genommen haben, hat auch einen ſehr großen Einfluß auf die Art der Milch und faſt einen ſogleich eintretenden, ſo daß

die Milch die reichſte iſt, welche unmittelbar nach der Mahlzeit entnommen iſt; einige Stunden ſpäter geben ſchon eine viel dünnere Milch.

Dieſe Unterſchiede beſchränken ſich nach Reiſet allein auf die Butter und nicht auch auf den Käſeſtoff, wie Peligot gefunden hat. Donné glaubt auch, daß allein die Quantität der Butter verſchieden iſt, und daß alle Verſchiedenheit in der Dichtigkeit der Milch allein von der Butter abhängen ſoll *), welches unmöglich iſt. Die Menge des Caſeins muß abhängen von der Menge der Proteinverbindungen, die in der Nahrung vorhanden ſind. Iſt die Nahrung dieſelbe und unterſucht man Milch von derſelben Kuh, dann muß gefunden werden, daß die Verſchiedenheit ſich vorzüglich auf die Butter beſchränkt, ſo wie Reiſet es gezeigt hat. Wir wollen einige ſeiner Beiſpiele aufnehmen, woraus dies deutlich hervorgeht, aber woraus auch ſo große Verſchiedenheit für den Käſeſtoff bei derſelben Kuh und bei denſelben Nahrungsmitteln ſich zeigt, daß wir Donné im Ganzen in ſeiner Behauptung, daß die Milch nach Entfernung der Butter ſtets dieſelbe Zuſammenſetzung hat, nicht beiſtimmen können.

Feſter Rückſtand für 100 Theile Milch	Auflöslich in Aether	Unauflöslich in Aether	Stickſtoff in 100 Theilen des in Aether Unauflöslichen	Salze in 100 Theilen des in Aether Unauflöslichen
9,9	1,8	8,1		
10,41	1,07	9,34	6,36	0,71
21,30	13,20	8.10	6,28	0,80
12,0	3,30	8,70	5,88	0,75
21,2	13,10	8,10	6,09	0,80
16,93	8,60	8,33	6,69	1,11
11,01	2,20	8,81	5,32	
17,63	9,72	7,93	6,26	0,74
13,20	4,40	8,80	6,42	0,63
9,62	1,22	8,40	6,34	0,75
19,07	11,20	7,87	6,11	0,74
14,37	5,90	8,47	5,92	0,77

*) Cours de microscopie. Paris, 1844. pg. 394.

Man wird bei der Muſterung dieſer Reſultate in der dritten, vierten und fünften Spalte Unterſchiede ſehen, die groß genug ſind, um den Ausſpruch Donné's für zu ſtark zu halten, wenn man auch zugeben muß, daß die Verſchiedenheit vorzüglich die Butter betrifft, wie aus der zweiten Spalte erſichtlich. Bei der Frau fand Reiſet dieſelben Regeln geltend.

Milch von Fleiſchfreſſern. Zu dieſen Analyſen gehören die von Dumas*) von der Milch der fleiſchfreſſenden Thiere. Vorzüglich ſuchte Dumas die Menge des Milchzuckers in dieſer Milch in Vergleich mit dem der pflanzenfreſſenden Thiere. Die Milch wurde im luftleeren Raum über Schwefelſäure abgedampft, mit Aether ausgezogen und dann mit Waſſer, das mit ein wenig Eſſigſäure angeſäuert war, von Salzen u. ſ. w. befreit. Die Milch war ſtets von Hunden.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Waſſer	69,8	77,14	74,74	8,10	75,90	73,4
Butter	12,4	7,32	5,12	3,09	6,84	7,9
Extractivſtoffe . .	2,5	3,39	—	—	—	—
Caſein	13,6	11,15	—	—	—	—
Auflösliche Salze	0,7	0,45	—	—	—	—
Unauflösliche »	0,7	0,57	—	—	—	—
Extractivſtoffe. Salze	—	—	4,13	4,40	5,04	4,2
Caſein . . . . . Salze	—	—	15,85			

Nro. 1 u. 2 enthielten keinen Zucker; Nro. 2 war nach einer 15 Tage dauernden Fütterung mit Pferdefleiſch geſammelt; Nro. 3 ebenfalls. Nr. 4 u. 5, nachdem der Hund 15 Tage lang mit Brod, das mit Bouillon befeuchtet war, gefüttert wurde. Hierin waren deutliche Spuren von Milchzucker-Kryſtallen. Nr. 6. Der Hund war mit Brod gefüttert; ſie gab eine bedeutende Menge Milchzucker.

*) Comptes rendus. Tom. 21. pg. 707.

Butterſäure konnte er in der Milch eines mit Fleiſch gefütterten Hundes nicht finden. Wenn keine Stärke in der Nahrung vorkam, fand er keinen Milchzucker, und deſto mehr davon, je mehr Stärke als Nahrung gegeben wurde.

Die Hundemilch enthält Caſein, welches durch Wärme allein feſt wird; nach Dumas iſt jedoch die Zuſammenſetzung des Caſeins ganz gleich mit dem aus Kuhmilch. In ſolchen Schlüſſen muß man gleichwohl vorſichtig ſein: Eiweiß von Eiern und vom Serum ſind beide Eiweiß und doch verſchieden im Schwefelgehalt.

Der Zucker, der in der Milch der Fleiſchfreſſer vorkommt, iſt von Benſch aufgefunden*). Er unterſuchte die Milch zweier Hunde, vier Tage, nachdem ſie Junge geworfen hatten, und einer ausſchließlichen Fleiſchdiät unterworfen geweſen waren. Er fand, außer Butter, Caſein und Salzen, 3,47 bis 3,19 % Milchzucker darin. Er fand dieſe Milch in Folge von Phosphaten ſauer und ſchreibt dieſen es zu, daß Einige keinen Milchzucker in der Milch von Fleiſchfreſſern gefunden haben, weil ſaure Phosphate den Milchzucker leicht in Glucoſe umſetzen.

Bei dem Genuß von Fleiſch allein vermindert ſich indeſſen die Menge des Milchzuckers, verſchwindet jedoch nicht, wie Dumas gemeint hat.

O. Henry und A. Chevallier haben verſchiedene Milchſorten unterſucht**). Ihre Methode iſt beſſer als die von Bouſſingault und Peligot. Henry und Chevallier fällen den Käſeſtoff mit verdünnter Eſſigſäure und entfernen die Butter daraus durch Aether.

---

*) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 61. S. 221.
**) Journal de Pharm. Tom. 25. p. 333. u. 401.

Sie fanden:

	Gewöhnliche Milch					Coloſtrum		
	Frau.	Kuh.	Eſelin.	Ziege.	Schaf.	Kuh.	Eſelin.	Ziege.
Caſein	1,5	4,5	1,8	4,0	4,5	15,1	11,6	24,5
Butter . . .	3,6	3,1	0,1	3,3	4,2	2,6	0,6	5,2
Milchzucker .	6,5	4,8	6,1	5,3	5,0	—	4,3	3,2
Salze	0,5	0,6	0,3	0,6	0,7	2,0	0,7	3,0
Feſte Beſtandtheile . . .	13,0	13,0	8,3	13,2	14,4	19,7	17,2	35,9
Waſſer . . .	87,0	87,0	91,6	86,8	85,6	80,3	82,8	64,1

O. Henry und A. Chevallier haben ferner durch Verſuche beſtimmt, welche Stoffe aus dem Darmcanal in die Kuhmilch übergehen und darin wiedergefunden werden können *). Dahin gehören die folgenden Stoffe, die ſie vorſätzlich zugeſetzt und in der Milch wieder aufgefunden haben: Eine große Menge Kochſalz, kohlenſaures Natron, eine kleine Menge ſchwefelſaures Natron und Jodnatrium, wie auch Salze von Eiſen, Zink, Wismuth. In der Milch konnten ſie nicht wiederfinden Salpeter, Schwefelalkalien, ſchwefelſaures Chinin, Queckſilberſalze.

Dieſe Verſuche ſind von Anderen mit verſchiedenen Reſultaten wiederholt. Der Fall einer Vergiftung durch Milch einer Kuh, die mit Queckſilberſalbe behandelt worden war und den Verver mitgetheilt hat **), iſt entſcheidend für den Uebergang von Queckſilber in die Milch. Und ebenſo in vielen anderen Fällen. Es hängt von der Dauer des Gebrauchs und von der Menge des gebrauchten Stoffes ab, ob man ihn in der Milch wiederfinden kann. Es ſcheint alſo wohl, daß ſehr viele Stoffe darin übergehen; eine genaue Unterſuchung in Bezug hierauf wäre ſehr wünſchenswerth.

*) Journ. de Pharm. Tom. 25. p. 401.
**) Drentsche Courant 1848.

Daß Alkohol in die Milch übergehen kann, ist aus dem allgemein bekannten Fall mit dem betrunkenen Kinde, dessen Erzählung Heim gegeben hat, bekannt.

Viele flüchtige Oele gehen mit der Milch über; Krapp färbt sie roth.

Die Gemüthsbewegungen der Mutter haben auf die Zusammensetzung der Milch einen großen Einfluß. Gaubius spricht von einem Fall, wo ein Kind durch die Milch einer Mutter vergiftet wurde, die kurz zuvor in Zorn gerathen war (Pathologie).

Urin.

Die Abscheidung des Urins ist eine der allgemeinsten im Thierreich. Wo viele andere Abscheidungen fehlen, da findet man noch die des Urins, so daß das Aufsuchen der Harnsäure durch Reagentien den Zoologen häufig zur Hülfe kommen kann, um Urin abscheidende Organe zu finden, welche ohne diese Reaction nicht aufzuspüren, wenigstens nicht für Urin abscheidende Organe zu halten wären.

Unter Urin versteht man im weiteren Sinn Excrete aus meistentheils zu compleren Stoffen gruppirten Cyanverbindungen, vermengt mit anorganischen Salzen; im engeren Sinn eine Flüssigkeit, welche die genannten Stoffe aufgelöst enthält, aber, nach der Thierart, überdies noch vielerlei Verbindungen enthält. — In jedem Falle steht die Urinabscheidung dem Athmen gegenüber, und sie ist niemals eine Verrichtung, welche das Athmen vertreten oder ersetzen kann, wie man es mit Unrecht in der letzten Zeit behauptet hat. Die Stoffe, welche durch das Athmen gebildet werden, sind Oxydationsproducte von Bestandtheilen des Körpers; die Urinabscheidung kann nach ihrer Art keine Oxydation zu Wege bringen oder neue Oxydationsproducte entstehen lassen. Die Abscheidung des Urins ist für stickstoffreiche Stoffe des Organismus, was die

Abscheidung der Galle für kohlenstoffreiche Bestandtheile ist. Der Athmungsproceß und die Abscheidung der Galle können einander, wenn auch auf sehr verschiedene Weise, theils unterstützen, theils ersetzen, — der erste, indem er Brennstoff zuführt und also zur Oxydation und Ausscheidung des Kohlenstoffs vor Allen Veranlassung giebt; die letzte, indem sie kohlenstoffreiche Stoffe aus dem Organismus nach außen führt. Bei den Thieren, deren Athmungsproceß stark entwickelt ist, ist die Abscheidung der Galle geringer, z. B. bei den Vögeln; bei denjenigen im Gegentheil, bei welchen der Athmungsproceß beschränkter ist, bei den Reptilien, Fischen, ist die Abscheidung der Galle stärker. Die Urinabscheidung steht vorzugsweise in Verbindung mit der Art der Nahrungsmittel. Je mehr Pflanzennahrung ein Thier zu sich nimmt, desto beschränkter ist die Urinabscheidung; je mehr die Nahrung dem Thierreich entnommen ist, desto stärker entwickelt ist die Verrichtung der Nieren.

Da gleichwohl kein wesentlicher Unterschied zwischen Nahrung aus dem Pflanzen- oder Thierreich stattfindet, da Fette und Zucker sich bei diesen beiden Arten Nahrungsstoffen vertreten, da Protein sowohl in der Nahrung aus dem Pflanzenreiche, als bei der aus dem Thierreiche vorkommt, so kann keine Thierart ohne Urinabscheidung leben, ebensowenig wie ohne Ausstoßung von Kohlensäure. Es besteht eine Verschiedenheit in dem Grade, aber kein wesentlicher Unterschied.

Von der Pflanzennahrung ausgehend, sind es also die Proteinverbindungen, welche bei ihrer Zersetzung im Körper, nachdem sie allerlei Formen angenommen haben, zum Schlusse vornehmlich, als Cyanverbindungen — Harnsäure, Harnstoff, Leimzucker, Kreatin u. s. w. — aus dem Körper treten, wozu sich andere Zersetzungsproducte stickstofffreier Art fügen, wie Benzoesäure, welche jedoch häufig aus der Nahrung abstammt, — oder auch umgesetzter Zucker, in Milchsäure verwandelt. Zu diesen Allen fügen sich kohlensaure Alkalien, theils aus der

Speise und dem Tranke, theils durch Zersetzung der mit Alkalien verbundenen organischen Säuren entstanden, und endlich ein sehr großer Theil der anorganischen Salze, der schwefelsauren, phosphorsauren, der Chlorüre, wovon die beiden ersten wieder zum Theil Oxydationsproducte der Sulphamide und Phosphamide, der Proteinverbindungen und der kohlensauren Salze sind, als solche in der Nahrung vorhanden oder in dem Körper gebildet.

Mit diesen Hauptzügen glaube ich den Charakter der Urinabscheidung gezeichnet zu haben. Seitdem wir jedoch wissen, daß nicht aller Stickstoff auf dem Urinwege, sondern auch auf dem der Speiseröhre — als Schleim, als sich umsetzendes Bilin und folglich als Ammoniak, Taurin, Leimzucker — entleert wird, seitdem wir wissen, daß durch das Ausathmen Stickstoff im freien Zustande ausgetrieben wird, ist auch eine andere als die bis jetzt angeführte Verbindung zwischen Urin und Gallabscheidung und Athmen unverkennbar geworden. Seit dieser Zeit sind in unserer Vorstellung diese drei Hauptabscheidungen nur dem Grade nach verschieden und sie sind als drei Quellen eigner Art anzusehen, durch welche der Stoffwechsel unterhalten und also die Lebensverrichtungen in Wirksamkeit gebracht und gehalten werden. Der Urin ist zum Theil wenigstens kein Schmutz, der aus dem Körper fortgeführt wird; seine Abscheidung ist eine Quelle von Lebenswirksamkeit. Aber in Ansehung der anorganischen Salze der Chlorüre, der schwefelsauren u. s. w. ist er ein für den Organismus schädlicher Stoff zu nennen; denn so viel von diesen Stoffen in einen entwickelten Organismus durch Speise und Trank eingebracht wird, soviel davon muß wieder aus dem Körper ausgeführt werden. Endlich, insofern er organische Verbindungen, die im Organismus nicht oxydirt werden können, ausführt, Verbindungen, die aus der Speiseröhre in das Blut übergingen — z. B. ätherische Oele, Benzoesäure u. s. w. — insofern mag die Urinexcretion ein Ausführungsmittel für

Stoffe, die dem Körper nichts nützen, genannt werden. (Siehe auch S. 1199, wo im Allgemeinen schon über die Urinabscheidung gesprochen ist.)

Es verdient bemerkt zu werden, daß bei sehr vielen Thierclassen der Urin sich am Schlusse mit den festen Excrementen vermischt und durch die Kloake gemeinschaftlich nach außen geführt werden. Die Kenntniß des Urins dieser Thierclassen ist dadurch sehr beschränkt; aber wir haben doch hinlängliche Kenntniß von der Beschaffenheit des Urins im Allgemeinen, um daraus allgemeine Schlüsse für den Urin dieser Thiere ableiten zu können. Es sind die Harnsäure, der Harnstoff und der Leimzucker, wodurch der Hauptcharakter desselben bestimmt wird, und da Leimzucker ohne Zweifel gepaarter Harnstoff ist, gepaart mit Zucker und Wasser, da Hippursäure gepaarter Leimzucker, gepaart mit Benzoesäure, weniger Wasser, ist, — da Harnstoff ein die Harnsäure zusammensetzendes Element ist, so ist es am Ende der Harnstoff oder die Harnsäure, wodurch der Hauptcharakter des Urins angedeutet wird. Die Harnsäure oder der Harnstoff fehlen denn auch in keiner Urinart, selbst bei den kleinsten Thieren nicht; sie können in größerer oder geringerer Menge vorkommen, je nachdem im größeren oder geringeren Maaße Protein oder leimgebendes Gewebe im Organismus umgesetzt werden.

Kein Wunder denn auch, daß Chevreul schon vor Jahren gefunden hat, daß Hunde, mit Zucker allein gefüttert, einen Urin liefern, wie der von Pflanzenfressern, und daß Thiere, denen man die Speise enthielt, mochten es fleischfressende oder pflanzenfressende sein, einen Urin lieferten gleich dem, welchen fleischfressende gewöhnlich von sich gaben. In diesem Fall hängt der Urin dann nicht von der Nahrung, sondern allein von der Umsetzung der Bestandtheile des Organismus ab.

Bernard hat genauer angegeben, daß der Urin von Menschen und Thieren ausschließlich von der gebrauchten Nahrung abhängt; daß er bei Enthaltung der Nahrung stets die-

selben Eigenschaften hat, so daß der Urin von Hunden, Pferden, Menschen u. s. w. dann immer sauer, hell und gelb bernsteinfarbig ist. Uebereinstimmung findet man noch bei Thieren derselben Gattung, wenn sie dasselbe Futter bekommen. Bei den Pflanzenfressern sieht man die kohlensauren und hippursauren Salze bei Enthaltung der Nahrung verschwinden und Harnstoff in bedeutender Menge zum Vorschein kommen. Bei den Fleischfressern verschwindet beim Fasten die Harnsäure und nur Harnstoff bleibt in bedeutender Menge übrig. Der Unterschied des Urins bei den pflanzenfressenden Thieren beruht also nicht in ihrem Organismus, sondern in ihrer Nahrung; der Harnstoff ist das normale Zersetzungsproduct des Organismus und er kommt in dem Urin stets vor; das Uebrige hängt von der Nahrung ab.

Für die Galle, meint er, ist es dasselbe. Die Galle von Fleischfressern ist sauer, von Pflanzenfressern alkalisch; von allen Thieren, die fasten, sauer.

Die physische Beschaffenheit des Urins ist bei verschiedenen Thieren ansehnlich verschieden; zuweilen ist er fest, zuweilen tropfbar-flüssig; die Menge Wasser und also die Menge der festen Theile, regelt sich bei den tropfbar-flüssigen Urinarten nach der Menge des Wassers, welches in einer gegebenen Zeit genommen wird, nach Abzug derjenigen, welche auf anderen Wegen — durch die Haut, die Lungen, den Darmcanal — entfernt wird. Im Winter ist die Menge des Wassers größer und also der Urin dünner, beim Gebrauch derselben Menge Getränke, als im Sommer. Die Haut ist dann weniger wirksam, und es ist also erklärlich, daß Nierensteine, Steine und andere Krankheiten der Harnorgane in kalten Gegenden mannigfaltiger sind, während im Gegentheil Hautkrankheiten in wärmeren mehr wahrgenommen werden.

Bestandtheile des Urins. Es wird nöthig sein, die hauptsächlichen Bestandtheile des Urins, im gesunden und

kranken Zuſtande darin vorhanden, kurz durchzugehen, ehe wir die Phyſiologie des Urins aus einem chemiſchen Geſichtspunkte nähee betrachten.

Harnſäure: $C_5H_2N_4O_2 + H_2O$. In dem Urin der Vögel, Schlangen, Inſecten in großer Menge, wie auch in dem der Fleiſchfreſſer in größerer Menge, als in dem der Pflanzenfreſſer vorhanden; in vielen Bodenſätzen des Urins, des Winters z. B., entweder im freien Zuſtande als röthliche Kryſtalle oder an Baſen gebunden, an Ammoniak, Kali u. ſ. w. als ein amorphes, gefärbtes Pulver; in einigen Arten von Harnſteinen. Man ſtellt ſie beſonders aus Schlangenexcrementen oder Guano dar. Weiße Kryſtallſchüppchen, geruch- und geſchmacklos, beinahe eben ſo unauflöslich in kochendem wie in kaltem Waſſer, wovon ſie 1000 Theile zur Auflöſung bedarf. Verbindbar mit Baſen, mit Alkalien zu löslichen oder wenigſtens zu auflöslicheren Salzen, als es die Säure im freien Zuſtande iſt. Leicht auflöslich in einer kochenden Auflöſung von Borax und daraus durch Abkühlung wieder ausſcheidbar. In Salpeterſäure in der Wärme mit rother Farbe löslich, welche Löſung durch Ammoniak purpurfarbig wird (Murexid) *). Durch Chlor wird ſie zerſetzt in Salzſäure, Chlorcyan $C_2N_2Cl_2$ und Cyanſäure C_2N_2O. — In der Wärme liefert ſie Ammoniak, Kohlenſäure, Blauſäure, Harnſtoff, Cyanſäure und Kohle.

Die merkwürdigſte Zerlegung findet durch Bleiſuperoxyd

*) Von praktiſchem Werth, um Harnſäure der Menge nach zu beſtimmen, mag die Methode von Heintz genannt werden (Archiv für Phyſiologie 1846. Heft 4 u. 5), der angegeben hat, daß noch Albumin, noch phosphorſaure Salze, noch Blut, noch Zucker, ſelbſt Galle noch von einem bedeutenden Einfluß auf die Menge der Harnſäure ſind, die von einer Säure aus dem Urin gefällt werden kann. Ganz unauflöslich iſt die Harnſäure auch nicht, aber Salzſäure, Eſſigſäure oder Phosphorſäure fällen doch beinahe alle Harnſäure, aus welcher Art Urin es auch ſei. Der Verluſt, der durch die nicht vollſtändige Unlöslichkeit der Harnſäure entſteht, wird zum Theil durch die färbenden fremden Beſtandtheile aufgehoben, die an der gefällten Harnſäure haften bleiben.

Die Wahrnehmung Lehmann's in Bezug auf die Unlöslichkeit dieſer Säure iſt dadurch in einem größeren Maaße beſtätigt gefunden.

statt, wodurch die Harnsäure gespalten wird in Kleesäure, Harnstoff und Allantoin, unter Aufnahme von Sauerstoff.

Wird die Harnsäure in den Nieren gebildet und aus den Hauptbestandtheilen des Blutes dort abgeschieden? Ich antworte hierauf: die Harnsäure ist ein complexer Stoff; sie kann, sie muß irgendwo im Organismus, aber vorzüglich in den Nieren, gebildet werden; darum ist es jedoch nicht nöthig, daß sie unmittelbar aus den Hauptbestandtheilen des Körpers hervorgebracht wird. Die Bildung wird aus schon gebildeten Zersetzungsproducten geschehen; ich werde bei der Inosinsäure weiter unten darauf aufmerksam machen, und nenne die Harnsäure schon hier ein Product der letzten Zersetzungsproducte der Körperbestandtheile, wenn auch keine Spur oder sehr wenig Harnsäure im Blut gefunden worden zu sein scheint *).

Die Harnsäure scheint nun aber — während sie zu den letzten Producten des Stoffwechsels gehört, doch ein zusammengesetzter Körper zu sein, welcher als eine Verbindung der letzten Zersetzungsproducte angesehen werden mag.

Die Verbindung mag nun hie und da im Organismus zu Stande kommen, z. B. in den Gichtknoten, oder auch hie und da im normalen Zustande: in den Nieren wird sie — nicht abgeschieden oder unter zersetzenden Einflüssen gebildet, sondern größtentheils durch Verbindung hervorgebracht, unter anderen von Harnstoff.

Allantoin: $C_4 H_6 N_4 O_3$. In der Amniosflüssigkeit der Kuh und als Zersetzungsproduct der Harnsäure sehr bemerkenswerth, krystallinisch, weiß, geschmacklos, auflöslich in Wasser. Mit Salpetersäure erwärmt giebt es salpetersauren Harnstoff. Salzsäure bildet salzsauren Harnstoff daraus. In beiden Fällen wird zugleich Allanturſäure gebildet:

*) Nach Strahl und Lieberkühn (Harnsäure im Blut. Berlin 1848) sollen Spuren von Harnsäure im Blute vorkommen. In einigen krankhaften Erzeugnissen, namentlich in Gichtconcrementen, ist sie ein bekanntes Product.

$C_{10}H_{14}N_8O_9$ = Harnſäure + 3 H_2O,

oder $C_{10}H_8N_8O_6$ + 3 H_2O,

eine amorphe, zerfließende Säure, deren Zerſetzungsproducte mit denen der Harnſäure zuſammenfallen.

Allantoin enthält die Elemente von 2 Aeq. Cyan und 3 Waſſer, oder von oxalſaurem Ammoniak weniger Waſſer: $C_4H_6N_4O_3 = 2\ C_2N_2 + 3\,H_2O = 2\,(C_2O_3, N_2H_6) - 3\,H_2O$.

Es verhält ſich wie ein Amid und wird durch Alkalien in Ammoniak und Kleeſäure zerlegt, durch Schwefelſäure in Ammoniak und CO und CO_2.

Kleeſäure: C_2O_3. Zerſetzungsproduct der Harnſäure unter oxydirenden Einflüſſen, unter andern durch PbO_2, z. B.: Sauerſtoff + Harnſäure = Allantoin + Harnſtoff + Kleeſäure:

$$O_2 + C_{10}H_8N_8O_6 + H_6O_3 = C_4H_6N_4O_3 + C_2H_8N_4O_2 + 2\ C_2O_3.$$

Die Kleeſäure kommt in einigen Urinſteinen vor, wahrſcheinlich als ein ſolches Zerſetzungsproduct und iſt übrigens im Pflanzenreiche ſehr verbreitet.

Harnſtoff: $C_2H_8N_4O_2$. Im Urin, vorzüglich dem der Fleiſchfreſſer vorhanden, auflösliche, ſchön weiße, prismatiſche Kryſtalle; verhält ſich wie eine Baſe und verbindet ſich mit Säuren, Kleeſäure, Salpeterſäure u. ſ. w. Wird im Waſſer durch Wärme allein bei 140° und in Berührung mit vielen organiſchen Stoffen, die als Ferment wirken, leicht in kohlenſaures Ammoniak zerlegt:

$$C_2H_8N_4O_2 + H_8O_4 = 2\,(CO_2, N_2H_8O).$$

Chlor zerſetzt den Harnſtoff und bildet Salzſäure, Kohlenſäure und Stickſtoff daraus. Man kann ihn betrachten als cyanſaures Ammoniak, obgleich er andere Eigenſchaften hat:

$$C_2H_8N_4O_2 = C_2N_2O + N_2H_8O.$$

Wöhler hat zuerſt Harnſtoff künſtlich zu bereiten gelehrt. Man ſtellt ihn dann durch Erhitzen von gelbem Blutlaugenſalz mit Manganhyperoxyd dar und laugt mit Waſſer aus;

es iſt cyanſaures Kali in der Flüſſigkeit, welches durch ſchwefelſaures Ammoniak in ſchwefelſaures Kali und Harnſtoff zerſetzt wird. Man verdampft zur Trockne und zieht den Harnſtoff mit Alkohol aus.

Der Harnſtoff wird leicht zerſetzt. Eſſigſaures Bleioxyd giebt mit Harnſtoff eſſigſaures Ammoniak und kohlenſaures Bleioxyd *).

Millon hat Harnſtoff in der Glasfeuchtigkeit des Auges

---

*) Die Menge des Harnſtoffs, welche im Harn vorkommt, zu beſtimmen, iſt nur annäherungsweiſe möglich; man hat ſich in der letzten Zeit häufig damit beſchäftigt. Vorzüglich verdanken wir Heintz und Ragsky (Poggend. Ann. Bd. 66. S. 114. u. Chemical Gazette 1845, No. 76) eine gute Methode, die hier erwähnt zu werden verdient.

Man wägt zwei Mengen ganz friſchen Urins ab; zu der einen fügt man einige Tropfen Salzſäure, ſo daß der Urin ſauer iſt, und ſtellt ihn 24 Stunden an einen kalten Ort. Man filtrirt darauf die Harnſäure ab und wäſcht das Filter aus, mengt mit Schwefelſäure und dampft ein, bis Kohlenſäure anfängt entwickelt zu werden, bedeckt darauf die verdampfende Flüſſigkeit mit einem Glaſe und fährt mit dem Erhitzen fort, bis Dämpfe von Schwefelſäure zu entſtehen anfangen. Man mengt darauf die kalte Flüſſigkeit mit Waſſer, filtrirt und dampft ab, bis beinahe alles Waſſer verjagt iſt. Dann hat man ein Gemenge von ſchwefelſaurem Ammoniak, Kali und Natron, von phosphorſauren Salzen und organiſchen Stoffen. — Dazu fügt man etwas Salzſäure, hinlänglich Chlorplatin und ein Gemenge von Alkohol und Aether. Nach einigen Stunden filtrirt man und wäſcht den Niederſchlag von Platinſalmiak und Kalium-Platinchlorid mit Weingeiſt und Aether aus. Man glüht, wobei aller Salmiak und das Chlor verflüchtigt werden, und wägt den Rückſtand, den man mit Salzſäure von dem vorhandenen Kali befreit. Auf dieſe Weiſe hat man eine Menge Platin, die an das Kali des Urins, an das Ammoniak, welches im Urin vorhanden war, und an das Ammoniak, welches die Schwefelſäure aus dem Harnſtoff gebildet hatte, gebunden war.

Die zweite Menge des Urins wird unmittelbar mit Chlorplatin und mit Alkohol und Aether gemengt. Nach einigen Stunden ſammelt man den Niederſchlag, den man auf vorige Weiſe behandelt. Die letzte Menge Platin giebt das Ammoniak und Kali an, welches im Urin vorhanden war. Den Unterſchied zwiſchen den beiden Mengen Platin drückt das Ammoniak aus, welches aus dem Harnſtoff durch Schwefelſäure entſtanden iſt. Einem Aeq. Harnſtoff $C_2H_8N_4O_2$ entſprechen 2 Aeq. Platin.

Millon hat eine andere Methode angegeben, um die Menge des Harnſtoffs zu beſtimmen (Comptes rendus. Tom. 26 p. 119). Er gebraucht dazu ſalpetrigſaures Queckſilberoxydul, welches er bereitet aus 168 Grammen Salpeterſäure mit 4,5 Aeq. Waſſer, die er bei gewöhnlicher Temperatur und dann in gelinder Wärme zur Auflöſung von 125 Grammen Queckſilber gebraucht. Man fügt 2 Vol. Waſſer nach der Auflöſung hinzu und benutzt hievon 40 bis 45 CC., die man auf 15 bis

gefunden*). Sie hinterläßt bei der Verdampfung 1,6 % feſte Stoffe. Millon fand 35 bis 20 Theile Harnſtoff in 100

---

20 Grammen Urin in einen kleinen Kolben mit Gasrohr gießt. Alsbald beginnt die Entwickelung der Kohlenſäure, die durch Wärme unterſtützt wird; die Kohlenſäure wird durch Kali abſorbirt. Das Gewicht der Kohlenſäure, mit 1,371 multiplicirt, giebt das Gewicht des Harnſtoffs. Keiner der andern im Urin vorkommenden Stoffe giebt auf dieſe Weiſe Kohlenſäure.

Im geſunden Zuſtand fand Millon die Menge des Harnſtoffs bei Menſchen ſo, daß man, ohne einen bedeutenden Fehler zu begehen, die zweite und dritte Decimale von der Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Urins für einen Ausdruck der Menge des Harnſtoffs in Grammen halten kann, die in 1000 Theilen des Urins vorkommen. Bei großen Veränderungen in der Diät, bei Krankheiten und bei Thieren fand er dieſes Verhältniß jedoch nicht. Z. B.

Urin von Menſchen; ſpec. Gewicht bei 15°.	Harnſtoff in 1000 Theilen Urin in Grammen.
1,0116	11,39
1,0046	4,39
1,0092	9,88
1,0277	29,72
1,0143	11,99
1,0110	10,60
1,0260	25,80
1,0290	31,77

Die Uebereinſtimmung iſt, wie man ſieht, ziemlich bedeutend. Bei einem Kaninchen und bei einem Hund fand er es anders.

Urin von einem Kaninchen.		Urin von einem Hunde.	
Spec. Gew.	Harnſtoff in 1000 Thln.	Spec. Gew.	Harnſtoff in 1000 Thln.
1,0092	3,01	1,052	111,07
1,0149	5,23	1,054	92,08
1,0160	6,14	1,050	111,09

In einigen pathologiſchen Zuſtänden fand Millon die Menge des Harnſtoffs vergrößert.

	Spec. Gew.	Harnſtoff.
Lungenentzündung	1,015	39,75
Ditto	1,025	45,94
Gelenk-Rheumatismus . . .	1,028	43,11
Doppelte Lungenentzündung .	1,017	42,90
Auszehrung, dritte Periode .	1,043	24,25
Diabetes	1,037	8,25
Ditto	1,035	5,51
Diabetes mit Fieber . . .	1,039	2,150

Bei Entzündung oder Fieber iſt alſo der Stoffwechſel viel größer, ſchon erſichtlich aus der viel größeren Menge des gebildeten Harnſtoffs.

Millon hat kürzlich eine Menge neuer Beſtimmungen von der Menge Harnſtoff und von der ganzen Menge Stickſtoff gemacht, welche durch den Urin ausgeſchieden werden. Er hat dazu den Urin nicht abgedampft, ſondern als Flüſſigkeit der Stickſtoffbeſtimmung unterworfen. — Man ſehe: Etudes de Chimie organique par E. Millon. Lille 1849.

*) Comptes rendus, Tom. 26. p. 121.

Theilen des feſten Rückſtandes, ſowohl beim Menſchen, als auch bei der Kuh und dem Hunde; auch fand er ihn in der wäſſerigen Flüſſigkeit.

Es iſt bei der Anweſenheit des Harnſtoffs im Blute wahrſcheinlich, daß er durch den ganzen Körper verbreitet vorkommt, um ſo mehr noch, da er ein allgemeines Product des Stoffwechſels iſt und alſo wahrſcheinlich außerhalb des Capillarſyſtems entſteht. Wöhler fand Harnſtoff in der Amniosflüſſigkeit*) und Wöhler und Marchand beſtätigten die Wahrnehmung Millon's, daß die Glasfeuchtigkeit Harnſtoff enthält**). Bei der Beſchreibung des Blutes haben wir S. 1062 den Harnſtoff als Beſtandtheil deſſelben erkannt.

Man hat viel darüber verhandelt, wie der Harnſtoff im Harne vorkommt. Perſoz hat behauptet, daß er erſt bei der Verdampfung des Urins unter Einfluß der Wärme gebildet werde. Dieſe Anſicht iſt von Lecanu widerlegt. Morin hat von einer Verbindung der Salzſäure mit Harnſtoff geſprochen; doch Lecanu hat gezeigt, daß er ein Gemenge von Salmiak und Harnſtoff unter Händen gehabt hat. Cap und Henry behaupteten, daß er in dem Harn als milchſaurer Harnſtoff vorhanden ſei, welches Lecanu jedoch auch nicht finden konnte***). Cap und Henry†) wiederholten ſpäter ihre Behauptung und ſahen milchſauren Harnſtoff als gewöhnlichen Urinbeſtandtheil an.

Es bleibt noch die Frage, ob all der Harnſtoff, welcher im Urin gefunden wird, aus dem arteriellen Blut zugeführt und durch die Nieren nur entleert wird, oder ob ſeine Entſtehung in den Nieren ſelbſt geſchieht. Auf dieſe Frage zu antworten, iſt unmöglich. Es iſt bekannt, daß der Harnſtoff anderswo bereitet und alſo nur durch die Nieren entleert wird;

*) Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58. S 98..
**) Journ. f. pr. Chemie Bd. 44. S. 245.
***) Annal. de Ch. et de Phys. Tom. 74. p. 90.
†) Journ. f. pr. Chem.

der Harnſtoff iſt ein Zerſetzungsproduct der Hauptbeſtandtheile des thieriſchen Körpers; wo kräftiger Wechſel der Hauptbeſtandtheile ſtattfindet, wird der Harnſtoff gebildet; wo die Hauptbeſtandtheile ſich lange aufhalten — wie z. B. in den Flüſſigkeiten des Auges — da findet man Harnſtoff anweſend. Wenn es aber auch ſicher iſt, daß anderswo gebildeter Harnſtoff durch die Nieren entleert wird, ſo kann doch auch Harnſtoff in den Nieren, wo ein ſo ſtarker, wo der ſtärkſte Soffwechſel ſtattfindet, gebildet werden. Die Menge dieſes letzten bleibt indeſſen unbekannt. Iſt ſie der Wahrſcheinlichkeit nach groß? Die Antwort hierauf iſt verneinend; Harnſtoff gehört zu den letzten Zerſetzungsproducten. Aus den erſten Nahrungsſtoffen, aus den erſten oder Hauptſtoffen des Organismus, werden die letzten Zerſetzungsproducte nicht vorzugsweiſe gebildet werden. Mit Wahrſcheinlichkeit können wir alſo die Anſicht feſthalten, daß weder Harnſtoff noch Harnſäure aus Albumin, Fibrin aus den beiden Oxyproteinen, aus den Hüllen der Blutkörperchen in den Nieren gebildet werden.

Die Harnſäure wird im Blut, in den Geweben nicht oder nur in ſehr geringer Menge gefunden. Ich übergehe die Zerſetzungsproducte der Harnſäure mit Salpeterſäure mit Stillſchweigen, da ſie für die Phyſiologie von keinem unmittelbaren Einfluß ſind. In ſo fern verdienen ſie jedoch auch hier berückſichtigt zu werden, als ſie zeigen, daß die Harnſäure angeſehen werden kann als eine Verbindung von Cyan, Waſſer und Kohlenoxyd, z. B.:

$$C_{10}H_8N_8O_6 = C_8N_8 + H_8O_4 + C_2O_2.$$

Der complexe Körper zerfällt immer in Cyanverbindungen — Allantoin enthält die Elemente von Cyan und Waſſer; Harnſtoff hat die Zuſammenſetzung von cyanſaurem Ammoniak — durch Bleiſuperoxyd bereiten wir Kleeſäure, Allantoin und Harnſtoff aus der Harnſäure u. ſ. w. Die Zerſetzungsproducte der Harnſäure beſtätigen die Anweſenheit von Cyan darin, zugleich mit der des Kohlenoxyds, z. B.:

Alloxan: $C_8H_8N_4O_{10}$. Oxydationsproduct der Harnsäure mit Salpetersäure, wobei entweder zugleich Harnstoff gebildet wird, oder Kohlensäure und Stickstoff ausgetrieben werden. Das Alloxan enthält $C_4N_4 + C_4O_8 + H_8O_4$; worin $2C_2O_3$ vorzukommen scheinen. Indessen wird Alloxan bei gewöhnlicher Temperatur durch Alkalien verändert in Alloxansäure $C_4H_2N_2O_4$, welches eine Abscheidung von 1 Aeq. Wasser auf ½ Aeq. Alloxan anzeigt; durch einen Ueberschuß von Baryt bei 60° unter Bildung von kohlensaurem Baryt, in Mesoxalsäure C_3O_4 und Ammoniak:

$$C_4H_2N_2O_4 + H_4O_2 = CO_2 + C_3O_4 + N_2H_6.$$

Bald tritt also Kohlensäure, bald Kleesäure aus der Harnsäure zum Vorschein, Cyan aber immer — hier, bei der Bildung des Alloxans, als Harnstoff — wenn sie unter stark oxydirenden Einflüssen zersetzt wird. Die Zersetzung kann, wie es vom Cyan bekannt ist, leicht bis zum Ammoniak gehen.

Hippursäure: $C_{18}H_{16}N_2O_5, H_2O$. Krystallinisch, im Wasser auflöslich, erhalten z. B. aus Pferdeurin, zu welchem man nach dem Abdampfen Salzsäure gefügt hat. Durch Säuren bei Siedhitze zersetzt in Benzoesäure und Leimzucker unter Bindung von Wasser:

$$C_{18}H_{16}N_2O_5 + 3\ H_2O = C_{18}H_{22}N_2O_8 = C_{14}H_{12}O_4 + C_4H_{10}N_2O_4.$$

Kommt im Urin der pflanzenfressenden Thiere und des Menschen vor.

Die Hippursäure, zu Anfang vorzüglich im Pferdeurin gefunden, dann im Urin der pflanzenfressenden Thiere nachgewiesen, kommt auch im Urin der Menschen vor, und in der That, seitdem Ure die Veränderung der vom Menschen genossenen Benzoesäure in Hippursäure aufgefunden hat, kann dieses keine Verwunderung mehr erwecken. Die Frage bleibt hiebei noch unentschieden, ob die im Menschenurin gefundene Hippursäure stets aus der Benzoesäure der Nahrung entstehen

muß, oder ob die Hippurſäure aus den Beſtandtheilen des menſchlichen Organismus allein gebildet werden kann.

Es iſt bekannt, daß der Leimzucker zu den Zerſetzungsproducten aller Proteinverbindungen und der leimgebenden Stoffe gehört; dieſer Leimzucker iſt $C_4H_{10}N_2O_4$. Es iſt ferner bekannt, daß Leimzucker gepaart mit dem als Fellinſäure, Cholinſäure oder Dyslyſin bei der Zerſetzung der Galle auftretenden Stoffe, in der Cholſäure vorkommt, welche Cholſäure $C_{54}H_{86}N_2O_{13} + H_2O$ iſt. Daraus kann man alſo ſchließen, daß wirklich Leimzucker im thieriſchen Organismus als Zerſetzungsproduct der leimgebenden Gewebe und der Proteinverbindungen gebildet und zum Theil durch die Galle nach außen getrieben wird.

Kommt nun Benzoeſäure in der Nahrung vor, ſo verbindet ſich der Leimzucker auch mit der Benzoeſäure und bildet Hippurſäure, welche — wie Deſſaigne zuerſt gezeigt hat — Benzoeſäure und Leimzucker weniger Waſſer iſt.

Die Frage kann aufgeworfen werden, was wird aus dem Leimzucker, der ſich mit eingenommener Benzoeſäure zu Hippurſäure vereinigt, wenn da keine Benzoeſäure eingenommen wird? Die Frage hängt mit einer andern zuſammen: Woraus entſteht der Leimzucker?

Auf die letzte kann faſt mit Sicherheit geantwortet werden: aus Zucker und Harnſtoff; alle Reactionen weiſen darauf hin. Eine Bindung des Leimzuckers — der z. B. aus der Zerſetzung der Proteinverbindungen des Körpers entſteht — mit Benzoeſäure, muß alſo weniger Harnſtoff im Urin entſtehen laſſen, und bei dem in Freiheit ſetzen dieſes Leimzuckers, unter Bildung von Harnſtoff daraus, zugleich Zucker $C_{12}H_{24}O_{12}$ entſtehen, welcher endlich in Kohlenſäure, die durch das Athmen nach außen getrieben wird, und in Waſſer, welches zurückbleibt, zerlegt wird.

Inſofern alſo die Entſtehung der Hippurſäure aus der eingenommenen Benzoeſäure erklärt iſt, iſt es klar, daß die

Thiere, welche mit ihrer Nahrung viel Benzoesäure zu sich nehmen — die z. B. im Heu vorkommt —, viel Hippursäure in ihrem Urin liefern müssen; daß also die Menge der Hippursäure mit der Menge der genommenen Benzoesäure zusammenhängt; daß der Mensch, wenn er Benzoesäure genießt, auch Hippursäure im Urin bekommt, und da in einigen Speisen Benzoesäure vorkommt, also auch dann und wann Hippursäure im Menschenharn angetroffen werden muß.

Eine andere Frage aber ist, ob die Hippursäure nicht ganz und gar im thierischen Organismus des Menschen gemacht werden kann? Ob es nöthig ist, Benzoesäure von außen zuzuführen?

Pettenkofer hat es durch Versuche gezeigt und die Wissenschaft kann es vollständig erklären *). Er fand nämlich eine sehr bedeutende Menge Hippursäre in dem Urin eines Mädchens von 13 Jahren, die am St. Veitstanz krank war, und viele Andere haben nach ihm Hippursäure in größerer oder geringerer Menge im Menschenharn gefunden. Es würde auch sehr wunderbar sein, daß der Urin vieler Thiere diese Säure enthalten, in dem Urin des Menschen von derselben im normalen Zustande Nichts vorkommen sollte.

Was die Entstehung der Benzoesäure betrifft, welche mit Leimzucker weniger Wasser die Hippursäure bildet:

$$2\,H_2O + C_{18}H_{16}N_2O_5 = C_{14}H_{10}O_3 + C_4H_{10}N_2O_4,$$

so habe ich schon längst gezeigt, daß, wenn man das Chlorid des Proteins mit Ammoniak übergießt, Bittermandelöl gebildet wird **). Das Bittermandelöl ist also ein Zersetzungsproduct des Proteins; wenn es vorhanden ist, kann Benzoesäure durch Zutritt von Sauerstoff daraus entstehen. Guckelberger ***) hat unter den Oxydationsproducten des Fibrins, Caseins u. s. w.

*) Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 52, S. 86.

**) Scheik. Onderz. Deel IV. pg. 285.

***) Annal. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. 64. S. 60.

Bittermandelöl gefunden. Das Protein, eine complere Verbindung, kann — in ſo weit dies für das Amygdalin und ähnliche Körper angenommen werden kann — ebenfalls aus verſchiedenen anderen organiſchen Verbindungen zuſammengeſetzt gedacht werden, worunter ſicher Zucker, Cyanſäure, Ammoniak, Bittermandelöl gehören. Cyanſaures Ammoniak iſt zuſammengeſetzt wie Harnſtoff; Leimzucker wie Harnſtoff und Zucker weniger Waſſer; Bittermandelöl oxydirt ſich leicht zu Benzoeſäure, und Hippurſäure iſt Benzoeſäure und Leimzucker weniger Waſſer.

Ob nun Protein aus dieſen und noch anderen Verbindungen beſteht, oder darin bei der Zerſetzung zerfällt, ſicher iſt, daß bei ihrer Umſetzung im Körper die genannten Producte daraus zum Vorſchein kommen müſſen, und daß alſo die Bildung von Hippurſäure, ohne daß Benzoeſäure in der Nahrung vorkommt, kein Räthſel mehr iſt. Sicher iſt es gleichwohl auch, daß genoſſene Benzoeſäure beim Menſchen die Bildung von Hippurſäure ſehr befördert, und daß man willkürlich auf dieſe Weiſe eine bedeutende Menge Hippurſäure aus Menſchenharn bereiten kann.

Die Wahrnehmung von Ure, daß durch Entſtehung einer bedeutenden Quantität Hippurſäure im Menſchenharn die Menge der Harnſäure im Urin dadurch vermindert wird, iſt durch Garrod *) und Wöhler und Keller **) nicht beſtätigt.

Zimmtſäure liefert, nach Erdmann und Marchand ***) ebenſo wie die Benzoeſäure Hippurſäure im Harn.

Zuweilen kommt im Harn der Pflanzenfreſſer Benzoeſäure, aber dann ſtets ohne Hippurſäure vor. Erdmann hat in verſchiedenen Sorten von Pferdeurin bei gleicher Behandlung bald Benzoeſäure, bald Hippurſäure gefunden,

*) Phil. Mag. Tom. 21. pg. 383.

**) Poggend. Ann. Bd. 56. S. 638.

***) Journ. f. pr. Chemie, Bd. 26. S. 491.

woraus also folgt, daß die Benzoesäure kein Zersetzungsproduct der Hippursäure sein kann, wie Liebig sie betrachtet.

Die Hippursäure im Urin scheint mit Natron verbunden zu sein, oder mit Harnstoff, oder abwechselnd mit dem einen von beiden.

Scharling,*) hat im gefrornen Urin, indem er den nicht gefrornen Theil mit Aether wusch und abdampfte, einen Körper gefunden, den er Omichmyloxyd nennt. Mit Königswasser destillirt bekam er daraus einen Körper, den er Chloromichmylsäure nennt, und dessen Zusammensetzung er $C_{15}H_{10}Cl_2O_4$ fand, also Benzoesäure, worin H_2 durch Cl_2 substituirt ist. Er meint, daß man die Säure auch durch Destillation des Urins mit Salpetersäure erhalte**) oder auch durch Destillation der Benzoesäure mit Königswasser, eine Säure also, die isomer ist mit der Chlorosalicylsäure.

Kreatin: $C_8H_{18}N_6O_4 + 2H_2O$. Durch Heintz***) und Pettenhofer†) im Urin gefunden, durch Chevreul in den Muskeln entdeckt; neutral, geschmack- und geruchlos, löslich in Wasser, krystallisirbar. Durch starke Säuren verliert es 4 Aeq. Wasser und wird in Kreatinin verändert: $C_8H_{14}N_6O_2$, das auch im Urin vorkommt.

Durch Pettenkofer ist es zuerst im Urin gefunden, wenn er es auch als solches nicht benannt hat und auch einige Unbestimmtheit in der Zusammensetzung übrig blieb. Durch Abdampfen und Neutralisation mit kohlensaurem Natron, Hinzufügen von Alkohol und Mischen des alkoholischen Filtrats mit einer alkoholischen Chlorzinklösung, sah er einen amorphen und einen krystallinischen zinkhaltenden Niederschlag entstehen. Beim Kochen mit Wasser wurde der krystallinische Niederschlag wie-

*) Ann. der Chemie u. Pharm. Bd. 42. S. 265.

**) Berzelius Jahresbericht. 1843. S. 557.

***) Poggend. Ann. Bd. 62. S. 602 u. Berzelius Jahresber. Bd. 27. S. 629.

†) Ann. der Chemie u. Pharm. Bd. 52. S. 97. Er fand $C_8H_{16}N_6O_3$.

der aufgelöſt und ſetzte ſich beim Erkalten wieder ab. Dieſer enthielt gehörig gereinigt einen organiſchen Stoff, wofür Pettenkofer $C_8H_{16}N_{16}O_3$ fand.

Dieſer Körper iſt eine Verbindung von Kreatin und Kreatinin geweſen; ſie unterſcheiden ſich beide durch 2 Aeq. Waſſer; der Stoff Pettenkofer's war in der Zuſammenſetzung gerade zwiſchen beiden geſtellt. Es iſt Pflicht dieſes hier anzuführen, wie gern Pettenkofer auch ſeine Entdeckung an Liebig abgeſtanden hätte, der auch nicht verſäumt hat, daran Theil zu nehmen.

Kreatin kann angeſehen werden als 2 Aeq. Leimzucker + Ammoniak — 2 H_2O:

$$C_8H_{18}N_4O_6 + N_2H_6 = C_8H_{18}N_6O_4 + 2\,H_2O.$$

Leimzucker iſt ein gewöhnliches Zerſetzungsproduct des Organismus.

Durch kochendes Barytwaſſer wird Kreatin in einen kryſtalliniſchen Stoff, Sarkoſin, und die Elemente des Harnſtoffs zerſetzt:

$$C_8H_{22}N_6O_6 = C_6H_{14}N_2O_4 + C_2H_8N_4O_2.$$

Inoſinſäure. Noch nicht im Urin gefunden, aber im Fleiſchauszug mit Kreatin und Kreatinin. Dieſe Säure iſt zuſammengeſetzt aus $C_{16}H_{12}N_4O_{16} + H_2O$. Sie hat einen Bouillongeſchmack, während das Kreatin geſchmacklos iſt. Liebig hat dieſe Körper ſtudirt. Sie ſind faſt alle baſiſcher Natur und vereinigen ſich mit Säuren. Mit Thein $C_8H_{16}N_4O_2$ kommt das Kreatinin in ſo weit überein, als Amid N_2H_4 zum Thein gefügt, Kreatinin darſtellt. Auf jeden Fall ſind Kreatin, Kreatinin, Sarkoſin und Inoſinſäure Zerſetzungsproducte der eiweißartigen Stoffe und theils als Cyanverbindungen anzuſehen. Man hat ſie gleichwohl noch zu wenig unterſucht, um ihren chemiſchen Charakter gut zu kennen. Sarkoſin hat die Zuſammenſetzung von Lactamid $C_6H_{10}O_4$, N_2H_4.

Milchſäure: $C_6H_{10}O_5 + H_2O$. Kommt vor im Blut,

den Muskeln, der Milch, dem Urin, dem Magensaft; von derselben Zusammensetzung wie Zucker, woraus sie durch Fibrin, Albumin, Casein u. s. w., wenn diese in Zersetzung begriffen sind, schnell gebildet wird. Die Milchsäure wird bei 130° bis 140° in wasserfreie Milchsäure $C_6H_{10}O_5$ verändert, bei 250° verliert sie noch 1 Aeq. Wasser und wird Lactid $C_6H_8O_4$. Dieses Lactid nimmt Ammoniak auf und bildet Lactamid.

Gehen wir vom Sarkosin aus, welches wie Lactamid zusammengesetzt ist, so können die Elemente von Milchsäure und Ammoniak im Organismus Sarkosin bilden; wird hierbei Harnstoff gebunden, so entsteht Kreatinin, hierzu wiederum 4 Aeq Wasser zugefügt, giebt Kreatin.

Wasserfreie Milchsäure	$C_6H_{10}\ O_5$
+ Ammoniak	$H_6\ N_2$
= Sarkosin + H_2O	$C_6H_{14}N_2O_4 + H_2O$
+ Harnstoff	$C_2H_8\ N_4O_2$
= Kreatin	$C_8H_{22}N_6O_6$
− 4 H_2O	$H_8\ \ O_4$
= Kreatinin	$C_8H_{14}N_6O_2$.

Die Inosinsäure steht in folgendem Verhältniß zur Harnsäure:

Inosinsäure	$C_{10}H_{12}N_4O_{10}$
2 Aeq. Amid	$H_8\ N_4$
	$C_{10}H_{20}N_8O_{10}$
6 Aeq. Wasser	$H_{12}\ \ O_6$
Harnsäure O_2 =	$C_{10}H_8\ N_8O_4$.

Das Amid ist im thierischen Organismus ein gewöhnlicher Bestandtheil. Die Inosinsäure kann folglich wohl das erste Zersetzungsproduct der eiweißartigen Körper sein, welches durch Zuführung von Ammoniak unter Wasserverlust und Harnsäure zersetzt wird. Die nähere Kenntniß der Inosin-

säure kann dieses feststellen. Der Sauerstoff, wodurch Inosinsäure und Ammoniak zu Harnsäure und Wasser verwandelt werden, kann durch das arterielle Blut zugeführt nud die Harnsäure also in den Nieren gebildet, aus Ammoniak und Inosinsäure unter dem Einfluß des oxydirenden arteriellen Blutes zusammengesetzt werden.

Liebig giebt als Bestandtheile der Inosinsäure an:

Wasserfreie Essigsäre . . .	$C_4 H_6 O_3$
Oxalsäure	$C_4 O_6$
Harnstoff	$C_2 H_8 N_4 O_2$
Inosinsäurehydrat	$C_{10} H_{14} N_4 O_{11}$.

Sie ist jedoch noch zu wenig untersucht, um in Bezug auf ihre Zusammensetzung im Klaren zu sein, und von ihrer Constitution weiß man Nichts.

Im Urin findet man keine Inosinsäure, aber im Fleischauszug. Wo bleibt sie aus diesem Fleischauszug? Sie muß ins Blut übergehen, ebenso wie Kreatin und Kreatinin, sie muß aus der Nahrungsflüssigkeit in das Capillarsystem übertreten. Und in dem Urin wird sie nicht wiedergefunden? So lange also, bis die Inosinsäure im Blut gefunden ist, bleibt der Zusammenhang zwischen der Harnsäure und der Inosinsäure unbekannt. Es verdient jedoch Beachtung, daß die Harnsäure in so geringer Menge im Blute gefunden wird und man keine Inosinsäure im Harne antrifft.

Heintz hat im Urin eine eigne Säure gefunden, aber in sehr geringer Menge *). Er fällt Urin mit einem Zinksalz, nachdem er zuvor den Harnstoff und den größten Theil der Salze aus dem Urin entfernt hat. Die Säure ist löslich in Wasser, krystallisirbar, weniger auflöslich in Alkohol und Aether.

Man mag es als ausgemacht ansehen, daß der Urin Kohlensäure enthält. Uebereinstimmende Beobachtungen von

*) Poggend. Ann. Bd. 52. S. 602.

Prouſt, Vogel, Marcet, Wöhler und endlich von Marchand *) haben dies außer Zweifel geſetzt. Die Menge deſſelben iſt ½ bis zu 1 CC. in 10 CC. Urin, ſie iſt verſchieden nach der genommenen Nahrung. Marchand fand auch atmoſphäriſche Luft in geringer Menge im Urin. In der Milch fand Marchand ebenfalls Kohlenſäure.

Extractartige Stoffe des Urins, das ſind diejenigen, welche nicht kryſtalliſiren, ſind durch Scherer unterſucht **). Er ſondert die Beſtandtheile des Urins durch ſalpeterſauren Baryt, neutrales und baſiſch eſſigſaures Bleioxyd ab. Erſt fügt er ſalpeterſauren Baryt hinzu, filtrirt, dann neutrales eſſigſaures Bleioxyd, filtrirt wieder, dann baſiſch eſſigſaures Bleioxyd, und filtrirt auf's Neue. Darnach enthält der Urin nur noch Harnſtoff.

Der durch neutrales eſſigſaures Bleioxyd hervorgebrachte Niederſchlag enthält die größte Menge der extractartigen Stoffe des Urins; die, welche durch baſiſch eſſigſaures Bleioxyd gefällt werden, ſind weniger gefärbt. — Die extractartigen Stoffe ſondert er vom Bleioxyd durch Alkohol und Salzſäure ab, worin ſie aufgelöſt werden; dieſe Auflöſung dampft er ein, zerſetzt dabei aber nothwendig alle die organiſchen Stoffe, welche die Verdampfung mit Salzſäure nicht vertragen können.

Die große Mühe, welche Scherer bei dieſer Unterſuchung angewandt hat, iſt dadurch nicht im Mindeſten belohnt, und ich übergehe ſeine numeriſchen Angaben um ſo mehr mit Stillſchweigen, weil kein einziger der von ihm unterſuchten Stoffe einiges Bemerkenswerthes liefert und nichts als ein Gemenge von ſehr vielen Stoffen geweſen iſt, die alle unter Einfluß der Wärme durch die Salzſäure von einer ganz anderen Beſchaffenheit geworden ſind, als die, welche im Urin wirklich gefunden werden.

---

*) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 44. S. 250.

**) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 57. S. 180.

Im Urin findet man ſtets einen gefärbten Körper, welcher die aus ihm niederfallende Harnſäure begleitet und färbt, den Prouſt zuerſt Roſenſäure genannt, ſpäter jedoch für einen extractartigen Stoff erkannt hat, der durch Waſſer und Alkohol von der Harnſäure geſchieden werden kann. Nach intermittirenden Fiebern iſt er reichlich vorhanden, wie auch nach remittirenden Fiebern.

Dieſe Stoffe werden durch Schwefelſäure roth, durch Alkalien aufgelöſt. Nach Duvernoy findet man ſie ähnlich im geſunden Urin, aber in geringerer Menge; man muß gleichwohl vorſichtig ſein, hier immer denſelben Stoff anzunehmen. Zuweilen iſt dieſer rothe Stoff in Alkohol löslich, zuweilen unauflöslich. Prouſt hält ihn für Murexyd, von ihm purpurſaures Ammoniak genannt, aber es fehlen noch genügende Beobachtungen darüber, um ihn in allen verſchiedenen Formen, worin er vorkommt, zu kennen.

Prouſt und Thenard glaubten Eſſigſäure im Urin zu finden; Berzelius hat ſie jedoch auf die von ihnen angegebene Weiſe nicht wiederfinden können, ſondern im Gegentheil Butterſäure, in Bezug auf deren fortwährende Anweſenheit im Urin noch keine genügende Verſuche gemacht ſind.

Es ſind noch viele nicht gut bekannte Stoffe im Urin vorhanden. Zuerſt der eigenthümliche, riechende Beſtandtheil. Warmer Urin giebt faſt bei jeder Thierart einen eigenthümlichen Geruch von ſich, der ſich nach der Abkühlung vermindert, bei der Erwärmung wieder vermehrt. Von dieſen Stoffen weiß man noch Nichts. In Bezug auf die durch Aether und Alkohol aus dem Harnextract ausziehbaren Stoffe will ich auf Berzelius' Lehrbuch*) verweiſen, der mit ſo viel Sorgfalt nach Trennungsmitteln dieſer Stoffe geſucht hat, als die Wiſſenſchaft nur an die Hand giebt. Unſere Kenntniß derſelben bleibt aber deſſenungeachtet noch im Dunkeln.

*) Lehrbuch Bd. 9. S. 448.

Ein nicht im Harne fehlender Beſtandtheil iſt der Schleim, welcher theils im Urin unauflöslich bleibt, theils darin aufgelöſt wird und wodurch er das Vermögen erhält, an der Oberfläche zu ſchäumen. Der unauflösliche Theil dieſes Schleims iſt durchgehends ſehr gering, ſo daß er eine dünne, flockige Lage auf dem Boden des Gefäßes bildet, in welchem der Urin einige Zeit ruhig geſtanden hat. Iſt die Menge deſſelben größer, ſo kann es wohl ein anderer Körper ſein. Zuweilen ſieht man bei männlichen Individuen Samen im Urin, in welchem Falle häufig eine dünne iriſirende Lage an der Oberfläche deſſelben erkennbar iſt.

Der Schleim im normalen Urin iſt in größter Menge in dem zuerſt gelaſſenen Theil enthalten. Der Schleim wird von Alkalien ganz, von Eſſigſäure und Salzſäure zum großen Theil, von Schwefelſäure nicht gelöſt.

In einigen Krankheiten — Blaſenkatarrh — häuft ſich die Menge dieſes Schleims in anſehnlichem Maaße auf. Bei Blaſen- und Nierenſteinen, bei Gries iſt er oft in bedeutender Menge im Harn vorhanden und giebt Veranlaſſung zur Verwechſelung dieſer Krankheiten mit Blaſenkatarrh.

Die Beſchaffenheit und Zuſammenſetzung dieſes Schleims übergehe ich mit Stillſchweigen.

Im Urin der Gravidae iſt ein eigner Stoff gefunden worden, der von Stark*) Kyeſtein, von Kane und Griffit**) Gravidin genannt worden iſt. Er iſt ein Zerſetzungsproduct des Albumins, zeigt ſich, wenn der Urin einige Tage geſtanden hat, und der Urin von Gravidae verhält ſich alſo eben ſo, wie Albumin haltender Urin; ein eigner Stoff iſt es wohl nicht.

Gehalt an feſten im Urin aufgelöſten Stoffen. Die Dichtigkeit des Urins iſt anſehnlich verſchieden bei der-

*) Pharm. Centr.-Blatt. 1842. S. 289.
**) Ibid. 1843. S. 111.

ſelben Thierart, nach den verſchiedenen Zuſtänden, worin ſie ſich befinden. Das Geſchlecht, die Lebenszeit, die Nahrung, die Menge und Art der Getränke, beim Menſchen der verſchiedene Gemüthszuſtand, ſind, mit noch anderen, eben ſo viele Urſachen der verſchiedenen Dichtigkeit des Urins, welche mit dem Gehalte und der Art der darin aufgelöſten feſten Stoffe genau zuſammenhängt.

Außer vielen Anderen haben Lecanu und Becquerel die Dichtigkeit des menſchlichen Urins beſtimmt; ihre Reſultate ſind aber zu verſchieden, als daß wir ſie hier anführen ſollten. Die meiſte Ausführlichkeit hat Chambert*) einer ſorgfältigen Unterſuchung gegeben und bei der Unterſuchung Einiges unterſchieden, welches vor ihm nicht in die Unterſuchungen aufgenommen war. Wenn man hier nicht ſorgfältig unterſcheidet, kann man eine ſolche Unterſuchung wohl unterlaſſen.

Bei einem Menſchen von 20 bis 25 Jahren fand Chambert, daß in 24 Stunden Urin gelaſſen wurde, der die folgende Zuſammenſetzung und Dichtigkeit hatte; in 24 Verſuchen:

	Menge des Urins.	Dichtigkeit.	Salze im Urin.	Salze in 1000 Thln. Urin.
Maximum . .	1590	1,0347	23,636	18,055
Minimum . .	685	1,0176	6,993	8,161
Mittel	1034	1,0256	14,854	13,024

Hieraus ergiebt ſich ſogleich ein ſehr großer Unterſchied bei verſchiedenen Perſonen, eine Verſchiedenheit, die mehr als eine Einheit, ſowohl in der Menge des gelaſſenen Urins, als in der Menge der darin vorkommenden Salze, iſt; ein Unterſchied, der nicht der Art iſt, daß der in geringſter Menge gelaſſene Urin die meiſten Salze enthält, — ſondern im Gegen-

*) Recueil des Mémoires de Médicine et de Pharmacie Militaire. T. 58 p. 328.

theil, daß der am meiſten Waſſer haltende Urin auch in kleinſter Menge in 24 Stunden gelaſſen wird.

Bei ſolcher Verſchiedenheit in den Reſultaten der Verſuche hält man dergleichen Verſuche nur als Beiſpiele, weshalb ich auch nicht viel davon mittheile.

Chambert giebt Beiſpiele vom Urin nach dem Eſſen, dem Trinken und dem Schlafe.

Urin, unmittelbar nach dem Eſſen gelaſſen, wiederum, ſo wie auch die folgenden, von 24 Perſonen von 20 bis 25 Jahren.

	Menge des Urins.	Dichtigkeit.	Salze im Urin.	Salze in 1000 Thln. Urin.
Maximum . .	424	1,0379	10,658	21,370
Minimum . .	137	1,0210	2,126	11,190
Mittel	274	1,0271	4,640	16,394

Das Mittel iſt wiederum von keinem Werth, weil es vom Maximum und Minimum ſo verſchieden iſt. Man ſieht aber deutlich, daß die Menge der Salze in 1000 Thln. Urin, nach dem Eſſen gelaſſen, im Allgemeinen größer iſt, ein Reſultat von Wichtigkeit, welches ſich vorher vermuthen ließ, das aber doch, durch den Verſuch bewieſen, von Werth iſt. Sobald eine Menge von Salzen — unter Salzen wird hier verſtanden, was nach dem Verdampfen und Verbrennen übrig bleibt — durch die Speiſen in das Blut übergeht, entledigt ſich das Blut im größeren Maaße von darin vorhandenen anorganiſchen Beſtandtheilen, als unter andern Umſtänden*).

Die Art der Speiſen iſt hierbei gleichwohl vom größten Einfluß. Chambert hat das große Feld, was hierin der Unterſuchung bleibt, nicht berührt. Es giebt Urin treibende Speiſen in Menge, Speiſen, die die Menge der Salze und ebenfalls des Waſſers vermehren, andere, welche nur die Menge des Waſſers vergrößern, während die der Salze nicht in dem-

*) Siehe Athmen S. 1246.

ſelben Maaße zunehmen. — Zu den erſten gehören alle Speiſen, die Salze alkaliſcher Baſis mit organiſchen Säuren enthalten, citronenſaure, weinſaure, äpfelſaure u. ſ. w. Salze, — zu den letzten Spargeln und andere.

Chambert fand den Urin nach dem Trinken von folgender Zuſammenſetzung. Es iſt das Reſultat von 5 Analyſen, deren Maximum und Minimum er angiebt:

	Menge.	Dichtigkeit.	Salze im Urin.	Salze in 1000 Thln.
Maximum . .	672	1,0121	14,203	21,130
Minimum . .	523	1,0070	1,288	2,463

Aus dieſen Beiſpielen lernen wir wiederum beſonders, wie ſehr verſchieden der Urin ſein kann. Auch hier iſt es die Frage, welche Art von Getränk gebraucht iſt, wie viel davon getrunken iſt, wie ſie getrunken haben und unter welchen Umſtänden es genommen iſt. Die Verſchiedenheit im Sommer und Winter, alſo in der Hautausdünſtung, bewerkſtelligt hier einen anſehnlichen Theil der Verſchiedenheiten.

Den meiſten Werth haben die Reſultate der Unterſuchungen des Urins, welcher am Morgen gelaſſen iſt; dieſer iſt am wenigſten unter dem Einfluß der Speiſen und Getränke geweſen. In der Nacht abgeſchieden und einige Zeit in der Blaſe verweilt habend, mag er am meiſten mit der gewöhnlichen Zuſammenſetzung des Urins übereinſtimmen. Chambert fand in 24 Verſuchen, mit den oben genannten Perſonen angeſtellt, dafür:

	Menge.	Dichtigkeit.	Salze.	Salze in 1000 Thln.
Maximum . .	686	1,0350	10,079	19,102
Minimum . .	274	1,0147	1,227	3,580
Mittel	448	1,0227	4,201	9,332

Die Unterſchiede ſind hier wiederum ſo groß, daß wohl zuerſt aus dem Mitgetheilten der Schluß gezogen werden mag, daß der Urin den größten Abweichungen unterworfen iſt. Aber es folgen noch andere Schlüſſe von Belang daraus. Der Urin

nach dem Essen ist von größerer Dichtigkeit, als selbst der am Morgen; die Menge der anorganischen Stoffe des Urins steht in genauem Zusammenhange mit der Menge der anorganischen Stoffe, die vor kurzer Zeit in den Körper eingeführt sind. — Ein Verhältniß zwischen der Dichtigkeit und der Menge der anorganischen Stoffe besteht nicht; es sind deshalb auch organische Bestandtheile in bedeutender Menge anwesend, von welchen dieses gestörte Verhältniß abhängt.

Im Allgemeinen mag man dies als Regel aufstellen, daß bei ein und demselben Menschen im normalen Zustande, bei Beobachtung derselben Diät und bei übrigens gleichen Umständen, die Zusammensetzung des in einer längeren Zeit gelassenen Urins constant ist; daß sie von der Diät besonders abhängt und daß darauf die Menge und die Art der genommenen Speisen und des Getränkes Einfluß haben. — Hatten z. B. die Personen, von denen Chambert spricht, Regenwasser getrunken und vorzüglich Kartoffeln gegessen, so sollte ein solcher Urin einen ganz anderen Salzgehalt geliefert haben, als der, wenn sie Bier getrunken und vorzüglich Brod und Fleisch genossen hatten. Der Genuß von Quellwasser, das Kalksalze in bedeutender Menge enthält, soll beständig einen andern Urin zur Folge haben, als der von Personen, die besonders Wein trinken.

Diese Bemerkungen, welche keiner nähern Beleuchtung bedürfen, machen die Untersuchung des Urins zu einer hoffnungslosen Sache, so daß man sich in der That wundern muß, daß man derselben so viel Zeit hat widmen können. Nichtsdestoweniger ist aus allen Untersuchungen das Eine und Andere abgeleitet, welches Aufmerksamkeit verdient, wie sehr auch im Allgemeinen die Regel festgehalten werden mag: Der Urin ist bei gesunden Menschen und Thieren der Art, wie aus der Nahrung und dem Getränke abgeleitet werden kann*).

*) Ueber die Zusammensetzung des Urins auch beim Gebrauch von Diuretica siehe Krahmer im Journal f. pr. Chemie, Bd. 41. S. 1.

Nach Lehmann iſt die Menge der feſten Stoffe, die beim erwachſenen Menſchen durch den Urin entleert wird, zwiſchen 5, 6 und 8 % des gelaſſenen Urins. Er nimmt als Mittelzahl für das ſpec. Gewicht des Urins 1,022 und für den Gehalt an feſten Stoffen 6,58 % des Gewichts an. Von dieſen ſind 2,23 Harnſtoff, 0,11 Harnſäure, 0,15 freie Milchſäure und 0,12 an Baſen gebundene Milchſäure. Das Uebrige iſt aus organiſchen Salzen und noch unbeſtimmten organiſchen Stoffen zuſammengeſetzt. Ich will ein Beiſpiel von den Reſultaten einer Analyſe Lehmann's mittheilen, die bei ſeiner gewöhnlichen Lebensweiſe mit ſeinem eignen Urin angeſtellt iſt und ſehr übereinſtimmt mit den Reſultaten zweier anderer Analyſen von in derſelben Zeit gelaſſenem Urin, und will die Analyſen ſeines Urins, nachdem er 2 Wochen nur thieriſche Nahrung und Waſſer zu ſich genommen hatte, hinzufügen; dann von Urin, der von ihm bei Gebrauch von Pflanzennahrung allein gelaſſen war, und endlich von Urin, den er zu einer Zeit, wo er keine ſtickſtoffhaltige Stoffe, ſondern nur Zucker, Gummi, Stärke und Mandelöl genoß, entleert hatte*).

	Normaler	Fleiſchdiät	Pflanzennahrung	Stickſtofffreie Nahr.
Waſſer	93,40	90,93	93,49	96,51
Harnſtoff	3,29	5,38	2,57	1,11
Harnſäure	0,11	0,14	0,10	0,05
Freie Milchſäure . . .	0,11	0,23	0,14	0,51
Milchſaure Salze . . .	0,11	0,17	0,21	
Schleim	0,01	0,01	0,01	0,01
Kochſalz und Salmiak .	0,36	0,54	0,37	0,11
Schwefelſ. Alkalien . .	0,73	1,15	0,72	0,30
Phosphorſ. Natron . .	0,37	0,55	0,37	0,25
Phosphorſ. Kalk u. Magneſia	0,12	0,37	0,11	0,09
Wäßriger Extract . . .	0,06	0,08	0,33	0,28
Alkoholiſcher Extract . .	0,99	0,45	1,58	0,88

*) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 26. u. 27. S. 257.

Täglich wurden bei verschiedener Nahrung gelassen:

Nahrung.	Feste Theile im Urin	Harnstoff	Harnsäure	Milchsäure u. milchsaure Salze	Extractivstoffe
Gemengte . . .	67,82	32,50	1,18	2,73	10,49
Thierische . . .	87,44	53,20	1,48	2,17	5,20
Pflanzennahrung	59,24	22,48	1,02	2,67	16,50
Stickstofffreie . .	41,68	15,41	0,74	5,28	11,85

Lecanu hat aus 120 Analysen von Urin die mittlere Menge der darin aufgelösten Stoffe bestimmt*). Er fand für Harnstoff in 24 Stunden in Grammen:

	Kleinste	Mittlere	Größte Menge
Bei Männern von 20—25 Jahr.	23	28	33
» Frauen von 18—28 »	10	19	28
» Greisen von 84—86 »	4	8	19
» 8jährigen Kindern	10	13	16
» 4jährigen »	4	5	5

Er meint ferner feststellen zu können, daß Harnstoff und Harnsäure bei demselben Individuum und derselben Diät in derselben Menge abgeschieden wird, in verschiedener bei verschiedenen Individuen und verschiedener Diät; mit den phosphorsauren und schwefelsauren Salzen und den Chlorüren ist es nach Lecanu ebenso.

Bence Jones**) hat die Verschiedenheit der im Urin vorkommenden phosphorsauren Salze untersucht, welcher unter verschiedenen Umständen gelassen wird. Er fand, daß die Menge der erdigen Phosphate nach dem Essen größer ist, sei es, daß Fleischspeisen oder Brod genossen waren. Beim Fasten verminderte die Menge sich sehr. Diente Brod zur Speise, so vermehrte sich die Menge der alkalischen Phosphate bedeutend; durch Fleisch im Gegentheil nahmen die erdigen Phosphate zu, aber beträchtlich weniger, als die alkalischen Phosphate

*) Journal de Pharm. Tom. 25. p. 681. u. 746.
**) Chemical Gazette 1845. No. 70. p. 396.

durch Brod. — Die Analyſen von Fleiſch und Brod und die Beſtimmung der Phosphate, welche ſie enthalten, kann darüber a priori Aufſchluß geben; die Art des Brodes iſt hier vom größten Einfluß. Brod im Allgemeinen bezeichnet hier nicht das, was man zu wiſſen nöthig hat.

Nach Jones wird die Menge der erdigen Phosphate durch Bewegung nicht vermehrt; um ⅓ dagegen nahm die der alkaliſchen Phosphate durch Bewegung zu. — Chlorcalcium, ſchwefelſaure Magneſia und Magneſia vergrößern, wenn ſie genommen, die Menge der erdigen Phosphate: ein Ereigniß, welches ſich erwarten ließ, da die alkaliſchen Phosphate durch Kalk- und Magneſiaſalze zu ſogenannten erdigen Phosphaten (nämlich von Kalk und Magneſia) zerſetzt werden.

Dieſe Beiſpiele der Verſchiedenheit des Urins mögen genügen.

Urin von verſchiedenen Thieren. Der Urin der Pflanzenfreſſer iſt von Bouſſingault*) unterſucht, wobei die dem Thiere gegebene Nahrung, wie es von einer Unterſuchung, die brauchbare Reſultate liefern ſoll, gefordert wird, ſtudirt iſt. Die folgenden Reſultate gelten alſo für den Urin von Thieren bei dieſer Nahrung, und keineswegs für den Urin von Thieren in allgemeiner Bedeutung.

Schweine. Urin eines Schweines, ausſchließlich mit in etwas ſalzigem Waſſer gekochten Kartoffeln gefüttert. (Die Art des Waſſers und die Menge des im Waſſer aufgelöſten Salzes ſind nicht angegeben, daher bleibt auch hier inſofern Unſicherheit.) Der Urin war klar, lichtgelb, von ſchwachem Geruch und Geſchmack, deutlich alkaliſch, mit Säuren aufbrauſend, ſpec. Gewicht = 1,0136 bei 12,5 °. Durch Kochen wurde er von kohlenſaurem Kalk und kohlenſaurer Magneſia getrübt; ammoniakaliſch war er nicht. Eſſigſäure und Hippurſäure kamen nicht darin vor, aber wohl Milchſäure. Nach

*) Annales de Chim. et de Phys. 3e Série Tom. 15. p. 97.

Abdampfen des Urins wurde das Ueberbleibende auf den Stickſtoffgehalt unterſucht und dieſer als Harnſtoff in Rechnung gebracht, welches natürlich eine Menge Fehler und einen unrichtigen Schluß geben mußte. Harnſtoff war übrigens darin vorhanden, wovon man ſich durch Abdampfen des Harns und Darſtellung von ſalpeterſaurem Harnſtoff mit Salpeterſäure überzeugte.

Bouſſingault fand auch 10,74 % zweifach kohlenſaures Kali, ſehr wenig kohlenſauren Kalk und Magneſia, 1,98 ſchwefelſaures Kali, 1,02 phosphorſaures Natron, 1,28 Kochſalz und 4,90 Harnſtoff in 1000 Theilen Urin.

Damit ſtimmen die Reſultate von v. Bibra*) nicht überein, aber v. Bibra ſpricht nicht von der Nahrung, welche das Schwein bekommen hatte. Er fand eine ſehr große Menge Kochſalz, viel weniger kohlenſaures Kali, viel mehr phosphorſaures Natron. Beide Unterſuchungen weiſen jedoch auf einen kleinen Gehalt an organiſchen Stoffen im Urin der Schweine.

In dem Urin von Kühen, gefüttert mit Grummet und Kartoffeln, ſah Bouſſingault Aufbrauſen durch eine Säure entſtehen und unmittelbar darauf Hippurſäure in Kryſtallen abgeſetzt werden; der Urin war ſehr alkaliſch und bitter, nicht alkaliſch von Geſchmack, ſpec. Gewicht = 1,040 bei 12,2 °. Durch Erhitzen wurde er trübe von kohlenſaurem Kalk und kohlenſaurer Magneſia. Die Menge Harnſtoff wurde hier in 1000 Thln. Urin gleich 18,5 angegeben, dann 16,5 hippurſaures Kali, 17 milchſaures Kali, 16 zweifach kohlenſaures Kali und keine Spur Phosphorſäure, welches jedoch ganz unwahrſcheinlich iſt. Es iſt wohl klar, daß bei einer milchenden Kuh, bei welcher auf den Wegen der Milchabſcheidung ſo viele phosphorſaure Salze aus dem Körper ausgeführt werden, die Menge der phosphorſauren Salze im Urin in derſelben Menge geringer werden muß; aber daß ſie ganz und gar aus

*) Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 88. S. 98.

dem Urin verſchwinden ſollten, kann ſchwerlich angenommen werden (ſiehe Milch).

Der Urin eines mit Klee und Hafer gefütterten Pferdes gab unmittelbar nach der Ausleerung einen Niederſchlag, aus kohlenſaurem Kalk und kohlenſaurer Magneſia zuſammengeſetzt. Nach dieſem Abſatz hatte der Urin 1,037 ſpec. Gewicht bei 22°. Außer dieſer großen Menge kohlenſauren Kalks und kohlenſaurer Magneſia enthielt der Urin noch Harnſtoff, milchſaures Kali und Natron, hippurſaures Kali, zweifach kohlenſaures Kali und wieder keine Spur von phosphorſauren Salzen.

Dieſe Reſultate der Analyſen Bouſſingault's ſcheinen ſehr vielen Zweifeln unterworfen, was die Abweſenheit der phosphorſauren Salze betrifft. Sollten die phosphorſauren Salze der Nahrungsmittel allein durch die Speiſeröhre entleert werden?

In dem Urin eines Kalbes fand Braconnot*) phosphorſaure Ammoniak-Magneſia und andere phosphorſaure Salze mit Kochſalz und anderen Salzen, und Laſſaigne**) nur Spuren von Phosphaten in einem Stein aus der Urethra einer Kuh, während im Gegentheil Ohme***) in einem Stein aus einer Pferdeblaſe mit vielem kohlenſauren Kalk und anderen Salzen 1,5 % phosphorſaure Ammoniak-Magneſia fand.

von Bibra hat ebenfalls Unterſuchungen von verſchiedenen Arten Urin von Thieren gemacht †). Von vier Pferden, mit Haſer und Heu gefüttert, wurde ein Urin von analoger Zuſammenſetzung erhalten, aber die Menge der Beſtandtheile war verſchieden: ſpec. Gewicht 1,045, Verſchiedenheit in der Menge der feſten Stoffe auf 100 Theile 12,5 bis 8,5. — Auch er fand keine Spur von phosphorſauren Salzen, aber

*) Ann. de Chim. et de Phys. 3e Série. Tom. 20. p. 238.
**) Journ. de Chim. médic. 3e Série. Tom. 3. p. 10.
***) Archiv de Pharm. Bd. 98. p. 287.
†) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 53. S. 98.

kohlenſaure und ſchwefelſaure und Chlornatrium mit Harnſtoff, Hippurſäure und einige extractartige Stoffe.

Im Urin von Schweinen fand er im Gegentheil wohl phosphorſaure Salze, keinen kohlenſauren Kalk und kohlenſaure Magneſia, aber kohlenſaures Kali mit ſchwefelſaurem Kali und Chlornatrium und eine ſehr kleine Menge extractartiger organiſcher Stoffe (1 bis 1,5 auf 1000 Theile Urin), während Pferdeurin von denſelben nach ſeinen Analyſen viel mehr liefert (von 40—57 auf 1000).

Im Urin von Kühen fand v. Bibra ſtets mehr kohlenſaures Kali, als im Pferdeurin, und im Gegentheil weniger kohlenſauren Kalk und kohlenſaure Magneſia, dabei ſehr große Verſchiedenheit in der Hippurſäure, viel weniger im Harnſtoff.

Auf gleiche Weiſe verhielt ſich der Urin von Ziegen, die mit Heu gefüttert waren.

Der Urin von Fleiſchfreſſern, wie Löwen, Tigern, Leoparden, gab bei der Zerſetzung eine bedeutende Menge Harnſtoff, eine geringe Menge Harnſäure, ferner Milchſäure, phosphorſaures Kali und Natron, phosphorſauren Kalk und Magneſia, Kochſalz, ſchwefelſaure Salze, Salmiak (Hieronimi). Zuweilen ſcheint die Harnſäure ganz darin zu fehlen (Vauquelin u. Boindet)*).

Urin einer Schildkröte (Testudo tabulata) iſt von Marchand analyſirt**). Der Urin war gelb, trübe, vom Anſehen des Eiters, ſchwach ſauer, mit kleinen Kryſtallen und Flocken Schleim durchmengt. Er enthielt 5 % feſte Stoffe. Von dieſen feſten Stoffen waren 34,7 % Harnſäure. Uebrigens war eine bedeutende Menge Kieſelſäure darin. Hippurſäure kam nicht darin vor, aber viele Phosphorſäure mit ein wenig Schwefelſäure und Chlor und eine Menge Harnſtoff, der zu 0,64 % des feſten Rückſtandes aus dem verdampften Urin gefunden wurde.

*) Vergl. Strahl u. Lieberkühn, Harnſäure im Blut. Berlin 1848. S. 20.

**) Journ. f. pr. Chemie B. 34. S. 244.

Zerſetzung von Stoffen, die in den Körper gebracht ſind, und Ausführung derſelben durch den Urin.

Durch den Urin werden, wie die Erfahrung gelehrt hat, ſtets bedeutende Mengen der in die Speiſeröhre gebrachten anorganiſchen Alkali-Salze (Salpeter, Glauberſalz, phosphorſauren Natron u. ſ. w.) wieder nach Außen geführt. Ob Alles durch den Urin weggeführt wird, iſt nicht bekannt, aber von einigen wahrſcheinlich, z. B. vom Salpeter, von anderen unwahrſcheinlich, z. B. vom phosphorſauren Natron. Ein ſolches Salz kann in der Speiſeröhre auflösliche Kalkſalze finden, mit dieſen durch doppelte Zerſetzung phosphorſauren Kalk bilden, der, in zu großer Menge vorhanden, um aufgelöſt zu werden, mit den Fäces als phosphorſaurer Kalk größtentheils ausgeführt wird. Beim Gebrauch des phosphorſauren Natrons als Heilmittel, wobei bis zu einer Unze in 24 Stunden von dieſem Salz gegeben wird, hat man ſicher keine vollſtändige Entfernung dieſes Salzes durch den Urin zu erwarten.

Von den ſchwefelſauren Salzen iſt es wieder wahrſcheinlich, beinahe ſicher, daß ein Theil der durch den Mund eingeführten nicht durch den Urin als ſolche entleert werden. In der Speiſeröhre werden die ſchwefelſauren Salze zum Theil zerſetzt und H_2S davon gebildet (S. 1034)*).

Von den Chlorüren, Bromüren, Jodüren des Kalis oder Natrons iſt ſolche oder eine andere Zerſetzung nicht bekannt, abgeſehen von einer kleinen Menge Chlorüre, worüber früher (S. 974) geſprochen iſt. — Es iſt ſehr leicht, Bromüre oder Jodüre gleich nach der Einführung in den Magen im Urin nachzuweiſen.

Von den organiſchen Kali- und Natronſalzen, wie weinſaure, citronenſaure, eſſigſaure, iſt es durch Wöhler bewieſen,

*) In ſtillſtehenden Waſſern wird aus ſchwefelſaurem Eiſen Schwefeleiſen gebildet.

daß ſie als kohlenſaure Salze durch den Urin nach außen entleert werden; von den benzoeſauren Salzen, daß ſicher wenigſtens ein Theil und vielleicht die größte Menge im Urin wieder gefunden werden. Zimmtſäure wird als Benzoeſäure wieder gefunden; Zimmtſäure iſt uns als eine gepaarte Benzoeſäure bekannt: $C_{13}H_{11}O_3 = C_{14}H_{10}O_3 + C_4H_4$.

Wir ſind jedoch noch weit entfernt davon, zu wiſſen, welche organiſche Salze zerſetzt, welche unzerſetzt durch den Urin nach außen geführt werden. Dennoch iſt dieſe Kenntniß für die Phyſiologie und Therapie vom größten Gewicht. Eben ſo wenig wiſſen wir dieſes von organiſchen Verbindungen, wie z. B. von allen Pflanzenalkaloiden. Wird viel Chinin genommen, ſo findet man Chinin im Urin. Von vielen ätheriſchen Oelen wiſſen wir, daß ſie unverändert durch den Urin austreten, wenigſtens ein Theil der genommenen Menge, z. B. Pfeffermünzöl, Terpentinöl.

Mitſcherlich*) hat einige Beobachtungen bekannt gemacht über das Vermögen einiger ätheriſchen Oele, ganz oder nicht aufgenommen zu werden. Die folgenden werden theils durch die Lungen ausgeathmet, theils auch durch den Urin nach außen geführt: Senföl, Oleum sabinae, Terpentinöl; während aber Kümmelöl und Fenchelöl wohl durch die Lungen ausgeathmet werden, finden ſie ſich nicht im Urin.

Von der Gruppe, welche Zucker, Stärke, Gummi enthält, wird durch den Urin im normalen Zuſtande Nichts nach außen geführt, eben ſo wenig, als von den eiweißartigen Stoffen. Sie kommen allein als krankhafte Beſtandtheile im Urin vor, der Zucker in Diabetes mellitus, Protein in der Albuminurie.

Von den Metallbaſen iſt dies ein viel beſprochener Punkt in der Wiſſenſchaft. Werden die Metalle durch den Urin entleert? Bei einigen iſt dieſes ganz ſicher der Fall, z. B. beim Antimon, wie es aus den Verſuchen von Leveran und

*) Journal de Chimie médic. Tom. 10. 2e Serie. p. 312.

Millon*) deutlich hervorgeht. Brechweinſtein, regelmäßig jeden Tag in kleinen Gaben genommen, läßt Antimon im Urin finden. Es bleibt aber die Frage, ob alles Antimon auf dieſe Weiſe wieder ausgetrieben wird. Beim Antimon ſahen Leveran und Millon zuerſt gewiſſe Zwiſchenpauſen in der Ausſcheidung, bei regelmäßig fortgeſetztem Gebrauch des Mittels; noch lange Zeit, nachdem man ſchon mit dem Einnehmen aufgehört hatte, das Ausſcheiden deſſelben und auch einige Tage nach dem erſten Einnehmen die erſten Spuren im Urin. Noch 24 Tage nach dem Einnehmen fand man es im Urin zweier Kranken. Bei dem Einen fand man es überdies in der Leber, wo ſich nach den Verſuchen von Millon das Antimon ſehr aufhäuft; die Gänſe ſollen dadurch eine große Leber erhalten, und Schwefelantimon ſoll es ſein, welches zur Bildung von fetten Lebern bei Gänſen in Straßburg gebraucht wird.

Die Ausſcheidung des Arſens folgt noch langſamer als die des Antimons.

Leveran und Millon*) hatten ſchon früher andere Verſuche über das Vermögen anderer Stoffe, ob ſie zerſetzt oder nicht zerſetzt durch den Urin ausgeführt werden, mitgetheilt. Zuerſt gehört hierher das weinſaure Kali-Natron. Sie fanden nicht, wie Wöhler, ſtets kohlenſaure Salze an der Stelle dieſes Doppelſalzes im Urin, ſondern 175 Mal den Urin alkaliſch, 6 Mal neutral, 87 Mal ſauer: eine Verſchiedenheit, die von der Menge abhängt; zu große Gaben des Salzes beſchränken ihre Wirkung auf den Darmcanal, und der Urin kann ſauer bleiben; aber kleine Gaben des Salzes werden abſorbirt und die Weinſäure dient dann als Nahrungsmittel; ſie wird zerſetzt und kohlenſaures Natron und Kali werden im Urin gefunden. Je kleiner und häufiger die Gaben ſind, deſto mehr ſoll das Salz abſorbirt werden, deſto weniger

*) Comptes rendus. Tom. 21. p. 237.
**) Comptes rendus. Tom. 19. p. 347.

ſoll es auf den Speiſecanal wirken und deſto mehr den Urin alkaliſch machen. — Bei Bodenſätzen von Harnſäure oder von ſauren harnſauren Salzen im Urin kann man deshalb Seignetteſalz — oder auch eſſigſaures Kali und viele andere Salze — in kleinen Mengen und wiederholt gegeben, mit Vortheil gebrauchen.

Beim Einnehmen von ſchwefelſaurem Natron fanden Leveran und Millon, wenn große Mengen des Salzes gegeben wurden, daß es ſeine Wirkung auf den Speiſecanal beſchränke, und nahmen nicht mehr Schwefelſäure im Urin wahr. Aber durch kleine Mengen ſchwefelſaures Natrons, häufig gegeben, kann die Menge des ſchwefelſauren Natrons im Urin bedeutend zunehmen.

Beim Einnehmen von Schwefel fanden ſie keine Spur davon im Urin. Es iſt bekannt genug, daß Schwefel im tractus intestinalis Entwickelung von H_2S bewirkt; die Alkalien des Speiſecanals bilden Sulphurete davon, die wieder zerſetzt werden. — Da nun Kranke, welche Schwefel gebrauchen, durch ihre Haut H_2S von ſich geben, iſt es ſeltſam, daß die Menge der ſchwefelſauren Salze im Urin bei dem Gebrauch von Schwefel nicht vermehrt wird. Ich glaube, daß dieſes Reſultat von Leveran und Millon bezweifelt werden kann.

Salicin fanden ſie nach dem Einnehmen als ſalicylige Säure im Urin. Das Salicin — eine complexe Verbindung aus Zucker und Saligenin weniger Waſſer zuſammengeſetzt:

$$C_{26}H_{36}O_{14} = C_{14}H_{16}O_4 + C_{12}H_{28}O_{14} - 4\,H_2O$$

iſt alſo, in ſo fern es Zucker enthält, zerſetzt und das Saligenin hat im Körper dieſelbe Veränderung erlitten, welche es unter dem Einfluß von chromſaurem Kali und Schwefelſäure erleidet.

Wöhler und Freerichs*) verdanken wir viele wichtige

*) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 44. S. 60.

Unterſuchungen über die Veränderung, welche viele Stoffe beim Durchgang durch den Urin erleiden.

Die Stoffe wurden in den Magen gebracht und der Urin aufgefangen und unterſucht. Ich übergehe hier die toxikologiſche und phyſiologiſche Wirkung der angewandten Stoffe mit Stillſchweigen, die gleichwohl mit vieler Sorgfalt von ihnen angeführt ſind, und beſchränke mich allein darauf, ob die gegebenen Stoffe verändert oder nicht verändert wieder gefunden wurden. Die Thiere waren meiſtentheils Hunde.

Salicylige Säure: unverändert im Urin wiedergefunden, ohne Bildung einer Spur Benzoeſäure, womit ſie dieſelbe Zuſammenſetzung hat.

Bittermandelöl: frei von Blauſäure, zerſetzt, kleeſaurer Kalk und Hippurſäure im Urin.

Amygdalin: im Urin kein Amygdalin oder Hippurſäure.

Benzoeäther: Hippurſäure und viel kohlenſaures Ammoniak im Urin.

Perubalſam: Hippurſäure und ein Stoff im Urin, der bei der Erwärmung mit Salzſäure purpurfarben wurde. Im Perubalſam kommt Zimmtſäure vor, welche, in Benzoeſäure verändert, unter Ausſcheidung von $C_1 H_1$ Hippurſäure geformt hat.

Gerbſäure: Gallusſäure und Pyrogallusſäure im Urin und Braun-, ſelbſt Schwarzwerden deſſelben.

Harnſaure Salze und Allantoin: Man gab Harnſäure in der Abſicht, um zu ſehen, ob dieſe in Oxalſäure, Harnſtoff und Allantoin umgeſetzt würde. Man nahm dazu ein Kaninchen, in deſſen normalem Harn man ſehr wenig Harnſtoff fand. Durch 2,5 Gr. harnſaures Kali hatte die Menge des Harnſtoffs ſehr zugenommen, ſelbſt bis zum Fünffachen der gewöhnlichen Menge.

In die Vena jugularis eines Hundes wurde 1,5 Gr. harnſaures Ammoniak eingeſpritzt. Es wurden keine harn-

ſaure Salze vom Urin abgeſetzt, aber eine bedeutende Menge oxalſaurer Kalk.

Ein Mann nahm Abends 4 Gr. harnſaures Ammoniak. Den folgenden Morgen gab der Urin eine bedeutende Menge oxalſauren Kalk und ein wenig harnſaures Ammoniak.

Ein anderes Mal wurden 4,5 Gr. harnſaures Ammoniak genommen. Derſelbe Niederſchlag von oxalſaurem Kalk wurde bemerkt und ſehr viel Harnſtoff im Urin gefunden. — Harnſäure wurde alſo in der That im Organismus in Oxalſäure und Harnſtoff verändert; Allantoin hat man im Urin nicht finden können, vielleicht iſt es zerſetzt worden.

Rhodankalium. Man verſuchte dies, um wo möglich Aufklärung zu bekommen über die Art, wie Cyſtin entſteht, und die Weiſe, wie der Schwefel darin vorkommt. Man fand das Salz gleichwohl unverändert ſtets im Urin.

Verbindung von Senföl mit Ammoniak. Der Urin enthielt Rhodanammonium und die Veränderung, welche dieſe Verbindung im Organismus erleidet, iſt alſo der gleich, welche Natron-Kalk hervorbringt. Vom Allyl wurden keine Spuren gefunden.

Chinon wurde im Urin nicht wieder gefunden; auch nicht Anilin.

Carbolſäure, in kleinen Mengen im Castoreum vorhanden, tödtete die Thiere.

Alloxantin, Alloxan. 5 bis 6 Grammen davon gegeben, konnten im Urin nicht wiedergefunden werden; der Urin enthielt viel Harnſtoff.

Harnſtoff wurde unverändert im Urin wiedergefunden und nicht in kohlenſaures Ammoniak verwandelt.

Es iſt nicht nöthig, aus dieſen höchſt wichtigen Verſuchen weitere Schlüſſe zu ziehen; die Schlüſſe werden durch die Reſultate ſelbſt an die Hand gegeben. Die Wiſſenſchaft iſt dafür Wöhler und Frerichs vielen Dank ſchuldig.

Mit den folgenden Wahrnehmungen beſchließe ich dieſen Abſchnitt.

Nach einem bedeutenden Gebrauch von Queckſilberpräparaten enthält der Urin Queckſilber. Nach dem Gebrauch von Blutlaugenſalz und andern Salzen, oder cyanfreien Eiſenpräparaten wird dem Urin zuweilen eine blaue Farbe mitgetheilt von Berlinerblau, aus Cyanverbindungen des Körpers hervorgebracht. Weinſäure und Oxalſäure geben im Urin weinſauren Kalk und oxalſauren Kalk. Aepfelſäure, Citronenſäure und Harnſäure machen den Urin ſauer. Bernſteinſäure geht unverändert in den Urin über. Jod zeigt ſich im Urin als Jodkalium und Jodammonium, und ſelbſt in allen Theilen des Körpers; Muskeln eines mit Jod vergifteten Thieres enthielten ein Jodür und kein Jod. Schwefelkalium geht zum Theil unverändert in den Urin über; zum Theil wird es in ſchwefelſaures Kali verändert. Kaliſalze mit organiſchen Säuren findet man, wie ſchon angegeben, im Urin als kohlenſaures Kali wieder; der Urin iſt alkaliſch z. B. nach dem Gebrauch von eſſigſaurem, äpfelſaurem, citronenſaurem Kali. Daher rührt es auch, daß Aepfel, Kirſchen, Erdbeeren, Himbeeren den Urin alkaliſch und nach Zuſatz einer Säure aufbrauſen machen. Viele gefärbte Stoffe werden unverändert durch den Urin ausgetrieben, z. B. Rhabarber. Verändert werden Alkohol, Aether, Kampfer, thieriſche brenzliche Oele, Moſchus, der Farbeſtoff der Cochenille, des Lackmus, der Ochſenzunge, auch Salze von Wismuth Blei und Zinn, auch Mineralſäuren, die den Urin nie ſauer machen (Berzelius)*). Jones meint jedoch, daß die Mineralſäuren den Urin wohl ſauer machen.

Krankhafter Urin. Die pathologiſchen Zuſtände des Organismus können in vielen Fällen Licht über die phyſiologiſchen Zuſtände verbreiten. Für keinen Fall iſt dieſes wahrer,

*) Journ. de Pharm. et de Chimie. Mars 1844. p. 215.

als für die Phyſiologie der Urinabſcheidung; die Beſchaffenheit des Urins ſteht in einem innigen Verbande mit dem normalen oder anormalen Zuſtande der meiſten Verrichtungen des übrigen Organismus; im gewiſſen Sinn iſt der Urin das Reſultat desjenigen, was außer der Urinabſcheidung an Stoffwechſel im Organismus vorgeht.

Mit Recht hat man auch viel Rückſicht genommen auf die Kenntniß des Urins in jeder Krankheit, nicht nur wegen des praktiſchen Werthes dieſer Kenntniß, ſondern auch um dadurch noch mehr und beſſer die Abſcheidung des Urins ſelbſt kennen zu lernen, und die Verbindung zu finden, in welcher die Abſcheidung mit dem Stoffwechſel des Körpers im Allgemeinen ſteht. Wir wollen gleichwohl hier keine Beſonderheiten dieſer Erſcheinungen angeben, da ſie zum größten Theile in das Gebiet der Pathologie gehören*). Es iſt jedoch nicht unpaſſend, die eigenthümlichen Stoffe anzuführen, die zuweilen im kranken Urin vorkommen.

Xanthic-Oxyd (harnige Säure). Selten in einigen Arten Urinſteinen, $C_5H_4N_4O_2$, enthält alſo ein Aeq. Sauerſtoff weniger, als die Harnſäure (S. 1249).

Nach Unger, der es aus Guano bereitete, ſollte es $C_{10}H_{10}N_{10}O_2$ und alſo von einer ganz anderen Zuſammenſetzung ſein. Später hat er aber gefunden, daß er einen ganz anderen Stoff als Xanthic-Oxyd unterſucht hat, welchem er den Namen Guanin gab.

Cyſtin iſt zuweilen in Blaſenſteinen vorhanden: $C_6H_{12}N_2O_4S_2$. Darin kommt alſo Schwefel vor. Man kann es in Kalilauge in der Siedhitze auflöſen und durch Eſſigſäure wieder fällen; deshalb iſt Schwefel nicht ſo wie in den Proteinverbindungen darin vorhanden. — Die Zuſammenſetzung des Cyſtins iſt nur in der empiriſchen Formel bekannt;

*) Siehe unter Anderem: Der Urin in geſundem und krankem Zuſtande von A. Becquerel, bearbeitet von C. Neubert. Leipzig 1843.

die Entſtehung deſſelben kann vielleicht aus der Milchſäure abgeleitet werden:

$$C_6H_{10}O_5 + H_2N_6 + S_2O = H_4O_2 + C_6H_{12}N_2O_4S_2.$$

Wenn S_2O_2 das Cyſtin bildet, dann kann unter den oxydirenden Einflüſſen Lactid:

$$C_6H_8O_4 + \text{Amid } H_4N_2 + S_2O_2 - O,$$

die Entſtehung deſſelben erklären. Nähere Unterſuchungen ſind hier nothwendig. (Siehe Sarkoſin S. 1261.)

Kleeſäure kommt in vielen Harnſteinen vor (ſiehe S. 1251).

Es giebt noch andere, jedoch wenig unterſuchte eigenthümliche Krankheitsproducte, als Steine oder Gries, oder auf andere Weiſe im Urin gefunden. Aber auch normale Stoffe treten zuweilen in krankhaften Mengen im Urin auf. — Ich will ſie kurz anführen.

Harnſteine kommen vor, die zuſammengeſetzt ſind aus Harnſäure, harnſauren Salzen, als Natron-, Ammoniak-, Magneſia-, Kalkſalz, aus phosphorſauren Salzen, als phosphorſaurem Kalk, Ammoniak, Magneſia, aus kohlenſaurem Kalk, kohlenſaurer Magneſia, oxalſaurem Kalk, Cyſtin, Xanthic-Oxyd.

Von einigen dieſer Stoffe kommt auch ein pulverförmiger oder kryſtalliniſcher Abſatz im Urin vor, unter dem Namen von Gries, ſo von Harnſäure, harnſaurem Ammoniak, phosphorſaurem Kalk, phosphorſaurer Ammoniak-Magneſia und anderen. — Es iſt klar, daß die Art der Nahrung auf ihre Entſtehung den größten Einfluß ausübt. Gries iſt auch, bei hinlänglicher Kenntniß von der chemiſchen Zuſammenſetzung der Nahrungsmittel beim Arzte, oft der Wiederherſtellung fähig. Man vermeide, was zur Entſtehung des Grieſes Veranlaſſung geben kann, welches hier jedoch nicht in ſeinen Einzelheiten abgehandelt werden kann. — Nur ein Wort noch über ſehr gewöhnliche Abſätze aus dem Urin.

Die Niederſchläge, welche im ſauren ſich abkühlenden

Urin entstehen, sind nach Heintz*) zweierlei Art. Der eine setzt sich an die Wände des Gefäßes ab, krystallinisch, körnig, schwer; er besteht fast allein aus Harnsäure. Der andere ist locker, flockig, amorph, zuweilen mit einigen kleinen Krystallen gemengt, setzt sich nicht an die Wände des Gefäßes; er besteht aus harnsauren Salzen.

Der Niederschlag von Harnsäure in saurem Urin wird beim Erwärmen desselben wieder aufgelöst; er ist selten weiß, meistens rosenroth oder braunroth. Man hält ihn durchgehends für harnsaures Ammoniak, und in der That fand ich in allen Arten dieses Niederschlags, die ich untersucht habe, ein wenig Ammoniak, aber nicht genug, um die Harnsäure zu sättigen. Eben so wenig findet man dazu genug Kali oder Natron vorhanden; bei der Verbrennung hinterläßt er nur wenig Asche. Dieser Niederschlag entsteht vorzüglich durch die Anwesenheit eines Ueberschusses von freier Phosphorsäure, wodurch die harnsauren Salze zersetzt und freie Harnsäure abgeschieden wird. Aber auch ohne einen Ueberschuß von freier Phosphorsäure kann eine zu starke Fleischdiät einen solchen Niederschlag geben, so daß die Menge Phosphorsäure im Urin nicht größer ist als gewöhnlich. Ist dabei der Urin sehr sauer, so kann man stets auf eine bedeutende Menge freier Phosphorsäure rechnen.

Der amorphe Niederschlag ist ein Gemenge von verschiedenen harnsauren Salzen von Ammoniak, Kalk, Natron. In 100 Theilen dieses Niederschlags fand Heintz 3 bis 8 Theile unverbrennbaren Rückstand. Während nun harnsaures Ammoniak und harnsaures Natron jedes für sich krystallinisch ist, hören sie es auf zu sein, wenn sie unter einander gemengt abgesetzt werden; Heintz hat sich hiervon überzeugt, indem er ein Gemenge von einer Kochsalzlösung, Harnsäurelösung und

*) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 55. S. 45.

Ammoniak machte. Es wurde hierbei ein amorphes Doppelſalz von harnſaurem Natron und harnſaurem Ammoniak gebildet *).

In Betreff der Menge phosphorſaurer Salze im Urin hat Bence Jones**) einige allgemeine Mittheilungen gemacht, in ſo fern ſie verſchieden iſt bei verſchiedenen Krankheiten. Er glaubt gefunden zu haben, daß bei allen nervöſen die Menge der phosphorſauren Salze größer iſt; daß bei allen acuten Herzenskrankheiten die Menge gleichfalls zunimmt und gleichen Schritt hält mit der Heftigkeit der Krankheit; beim Delirium tremens ſoll die Menge geringer ſein; im Fall einer Knochenerweichung im Gegentheil wieder größer.

Nach Ronalds***) ſollen der Phosphor und Schwefel bei Lungenleiden in einem eignen Zuſtande im Urin vorkommen, keineswegs in der Form von Schwefelſäure und Phosphorſäure. Es iſt mehr als wahrſcheinlich, daß der Schwefel im normalen Zuſtande in ſehr verſchiedenen Formen im Urin vorkommt, in Verbindung mit organiſchen Körpern.

Die Diabetes mellitus iſt dadurch ausgezeichnet, daß Zucker im Urin vorkommt, der ſonſt nicht darin angetroffen wird. Die Menge des Zuckers iſt verſchieden; es iſt Traubenzucker. Man findet von demſelben 10 bis 5 %, zuweilen weniger. Da die Menge des Urins hiebei in der Regel ſehr zunimmt, iſt es meiſtens ein ſehr dünner Urin, und er enthält dann in demſelben Maaße die gewöhnlichen Urinbeſtandtheile in geringerer Menge, in welchem er mehr verdünnt iſt.

Man hat das Vorkommen des Zuckers im Urin lange Zeit von genoſſenem Zucker, oder von Mehlſpeiſen, oder vom Dextrin abgeleitet; aber die Erfahrung hat gelehrt, daß auch bei Fleiſchdiät allein — wie ſehr dieſe auch anzurathen und

*) Siehe über die Niederſchläge aus dem Urin unter Andern Golding Bird, die Harnſedimente. Wien 1846.
**) Phil. Magaz. 3e Série. Vol. 29. p. 53.
***) Phil. Mazag. 3e Série. Vol. 29. p. 406.

ſtärkemehlartige Speiſen in dieſer Krankheit abzurathen ſind — der Urin doch Zucker enthält.

Der Zucker iſt dann ohne Zweifel aus den Proteinverbindungen entſtanden, in welchen Zucker als zuſammenſetzende Verbindung vorkommt. Ich habe ſchon S. 1257 darauf aufmerkſam gemacht.

Wenn alſo wirklich Leimzucker Zucker und Harnſtoff weniger Waſſer iſt, dann iſt es wahrſcheinlich, daß, wo Harnſtoff im Körper in Freiheit geſetzt wird, dieſer als Leimzucker beſteht, der dann in Harnſtoff und Zucker zerſetzt wird. Dieſer Zucker wird im normalen Zuſtande des Körpers in den Lungen zu Kohlenſäure und Waſſer oxydirt; aber es giebt im Körper Zuſtände, in welchen er durch den Urin entleert wird, wenigſtens theilweiſe. Dieſes tritt bei Diabetes mellitus ein.

Die Menge des Harnſtoffs wird in einem ſolchen Urin nicht verändert. In dem Urin eines Diabeticus fand Reich*) bei einer Dichtigkeit von 1,032 an Zucker 4,33 %, an Harnſtoff 0,97 %, alſo faſt die mittlere Menge Harnſtoff des normalen Urins; in einem andern Urin eines Diabeticus war die Menge des Zuckers geringer, die des Harnſtoffs größer.

Ein directes Verhältniß zwiſchen Harnſtoff und Zucker beſteht alſo nicht. Dieſes wirft keinen Zweifel gegen die Vorſtellung auf, daß dieſer Zucker von den Proteinverbindungen und leimgebenden Stoffen des Körpers kommt, denn bei Fleiſchdiät kann er von nichts Anderem kommen. — Der Harnſtoff muß in dieſem Fall in andere Verbindungen zerſetzt werden, die gleichwohl noch nicht aufgefunden ſind. Reich fand in einem diabetiſchen Urin phosphorſaure Ammoniak-Magneſia, in einem andern nicht. Aber außer als Ammoniak kann der Harnſtoff auf viele andere Weiſen ausgetrieben werden, unter andern als Harnſäure. Hat doch Wiedemann**)

*) Archiv der Pharmacie Bd. 101. S. 29.
**) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 62. S. 263.

gezeigt, daß beim Erhitzen Harnſtoff unter Ammoniakverluſt in Biuret verändert wird: $2(C_2H_8N_4O_2) - N_2H_6 = C_4H_{10}N_6O_4$, welches Biuret iſt, eine Zuſammenſetzung, gleich der des zweifach cyanſauren Ammoniaks. Das Biuret weniger N_2H_6 iſt um CO verſchieden von der Harnſäure: $C_5H_4N_4O_3$.

Genug, daß für die Elemente des Harnſtoffs, um aus dem Körper zu treten, Gelegenheit im Ueberfluß übrig bleibt, wenn der Zucker des Proteins und des leimgebenden Gewebes durch den Urin als ſolcher ausgeführt wird.

Daß dabei der Körper ſehr abmagern muß, iſt ſchon aus dem Früheren zu ſchließen.

Der Zucker, der in der Milch der ausſchließlich fleiſcheſſenden Thiere vorkommt, kann keinen andern Urſprung haben, als die Zerſetzung der Proteinverbindungen und des leimgebenden Gewebes, ebenſo wie der Zucker der Diabetiker bei ſtrenger Fleiſchdiät.

Albumin kommt in dem Urin ſehr häufig vor; ſeitdem man angefangen hat, darnach zu ſuchen, findet man es in einer ſehr großen Menge von Fällen, ſowohl im ſcheinbar geſunden, als auch in chroniſchen und acuten Krankheitsformen.

Ende des letzten Kapitels.

Nachwort.

Der vorliegende, unter meinem Namen (als Ueberſetzer) erſchienene „Verſuch einer allgemeinen phyſiologiſchen Chemie“ iſt von mir ſelbſt nur zum Theil in's Deutſche übertragen. Nach dem Erſcheinen der erſten acht Lieferungen machten beſondere Verhältniſſe es mir unmöglich, dieſe Arbeit fortzuſetzen. Herr Profeſſor Schnedermann in Chemnitz übernahm es, die Ueberſetzung von da an weiter zu führen. — Als ſpäter Ueberhäufung mit Berufsgeſchäften auch ihn hinderte, dieſelbe zu beenden, hatte Herr Dr. Limpricht in Göttingen die Güte, die letzten Bogen in's Deutſche zu übertragen. Ich fühle mich daher im allſeitigen Intereſſe für verpflichtet, hier zu bemerken, daß die erſten 44 Bogen von mir, Bogen 45—71 von Profeſſor Schnedermann, und Bogen 71—81 von Dr. Limpricht überſetzt worden ſind.

H. Kolbe.

Erklärung der Kupfertafeln.

Zur Beachtung. Die Erklärung der vorhergehenden Tafeln I bis VIII, enthaltend die Figuren 1 bis 85, befindet sich in Mitte des Werkes unter S. 517 bis 532 incl.

Fig. 86*). Querdurchschnitte von der Oberhaut des Schenkels mit der Haut getrocknet und 4 Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt (120mal vergrößert).
a Aeußerste aus Plättchen (m. s. Fig. 92) bestehende Lagen.
b. Zellen.
c. Kerne.
d. Eine dünne Lage structurloses Blastema.
e. Elastische Fasern der Haut.

Fig. 87.
a. Epithelium vom Bauchfell einer Kuh, von dem frischen Felle durch Abschaben mit dem Scalpel erhalten (410mal).
1. Eine Zelle mit dem Kern.
b. Idem, bei einer anderen Gelegenheit. Alle Zellen mit Kernen versehen.

Fig. 88. Dasselbe Epithelium (Fig. 87 *a.*) nach Hinzufügung von Essigsäure (410mal).

Fig. 89. Epithelium aus der Mundhöhle des Menschen, durch Abschaben der inneren Fläche der Wange erhalten (410mal).
1. Kern.

*) Die hierunter angegebenen Vergrößerungen sind nach Oberhauser bei 10 Zoll Gesichtsabstand bestimmt.

2. Kleine Körnchen, die namentlich ringsum den Kern verbreitet sind.

Fig. 90. Idem, 6 Stunden lang in Kali (eine gesättigte Lösung) gelegt (410mal).
a. Bei anfangender Einwirkung von Wasser.
1. Der Kern.
b. Bei weiterer Einwirkung von Wasser.
1. Der Kern im Anfange seiner Auflösung.
c. Bei noch längerer Einwirkung von Wasser.
1. Der Kern ganz körnig.
d. Bei vollkommener Einwirkung von Wasser.

Fig. 91. *a. b.* Oberhaut des Schenkels (mit der Haut getrocknet). Querschnitte, 7 Stunden lang in Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt (410mal).
a. Zellen der äußersten Schichten.
b. Eine Zelle der innersten Schicht.
c. Zellen von der verdickten Oberhaut an den Fingerspitzen, auf gleiche Weise behandelt.

Fig. 92. Schuppen von der Oberhaut des Armes, durch Abschaben erhalten und 8 Stunden lang in Essigsäure gelegt (410mal).

Fig. 93. Cylinderepithelium aus dem Darm des Kaninchens (nach Henle).
a. Kegelförmige Zellen.
b. Intercellularstoff.

Fig. 94. Flimmerepithelium, durch Abschaben der Zunge eines Frosches erhalten (410mal).
1. Im Liegen gesehen.
a. Flimmerhärchen.
2. Auf die freie Oberfläche gesehen.

Fig. 95. Nagel vom Menschen (410mal).
a. Abgeschabt und 3 Stunden lang in conc. Essigsäure aufbewahrt.
1. Undeutlicher Kern.
b. Querdurchschnitte, 6 Stunden lang in starkem Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt.
1. Deutliche Kerne.

Fig. 96. Kuhhorn, ein Längsschnitt, rechtwinklig gegen die Oberfläche genommen, 5 Stunden in starkem Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt (410mal).
a. Zelle aus der unteren Lage.
b. Zelle von der oberen Lage.
1. Kern derselben.

Fig. 97. Kuhhorn, Querdurchschnitt, 22 Stunden lang in Kali gelegt (10mal).
1. Kern.

Fig. 98. Kuhhorn, der Oberfläche parallel genommen und 24 Stunden lang in starker Schwefelsäure aufbewahrt. In Schwefelsäure schwimmende Hornplättchen (410mal).
a. Ein gebogenes Schüppchen.
b. Ein gerades Schüppchen (in geringer Zahl vorhanden).
c. Ein Schüppchen mit sichtbarem Kerne.

Fig. 99. Dünne Längsschnitte von dem zur Untersuchung angewandten Stücke Fischbein (2mal).
a. Graue Substanz.
b. Schwarze oder gestreifte Masse.

Fig. 100. Querdurchschnitt der grauen Substanz (600mal).
a. In Wasser beobachtet.
1. Parallele Fischbeinplättchen.
b. In Terpentinöl beobachtet.

Fig. 101. Längsdurchschnitt der grauen Substanz (600mal).

Fig. 102. Querdurchschnitt der gestreiften Substanz (120mal).
1. Fischbeinkanälchen.
2. Concentrische Fischbeinplättchen.

Fig. 103. Idem, von einem Fischbeinkanälchen mit den dazu gehörenden Plättchen, stärker vergrößert (410mal).
1. Fischbeinkanälchen.
2. Concentrische Fischbeinschüppchen.
3. Dunkle Punkte (Höhlungen?).

Fig. 104. Längsdurchschnitt der gestreiften Substanz (50mal).
1. Fischbeinkanälchen.
2. Fettzellen in denselben.
3. Abgeschnittene Fischbeinkanälchen.
4. Concentrische Plättchen.

Fig. 105. Idem, von einem Fischbeinkanälchen mit den umgebenden Plättchen (410mal).
1. Concentrische Plättchen, im Durchschnitt gesehen.
2. Dunkle Punkte (Höhlungen?).
3. Schief abgeschnittene concentrische Plättchen.
4. Fettzellen.
5. Schwarzer feinkörniger Stoff.

Fig. 106. Ein dickerer Querdurchschnitt vom Fischbein, 24 Stunden in Kali aufbewahrt und nachher Wasser hinzugefügt (410mal).

a. Vereinigte Zellen.

b. Durch Drücken und Hinzufügen von Waſſer iſolirte Fiſchbeinzellen.

1. Körniger Inhalt (Ueberbleibſel von einem Kerne?).

Fig. 107. Ein ſehr dünner Durchſchnitt der geſtreiften Subſtanz, 48 Stunden in ſtarkem Kali aufgehoben und dann Waſſer hinzugefügt (410mal). Ein Fiſchbeinkanälchen mit allen ſeinen concentriſchen Plättchen iſolirt.

Fig. 108. Idem, auf gleiche Weiſe dargeſtellt. Durch Drücken und Reiben iſoliren ſich die Plättchen, legen ſich um und brechen ab (410mal).

1. Eine umgelegtes Plättchen.

Fig. 109. Auf gleiche Weiſe erhaltene, umgelegte Plättchen, auf die Oberfläche (Dicke des genommenen Durchſchnittes) geſehen (410mal).

a. Ein einzelnes abgeriebenes Plättchen auf die umgeſchlagene Oberfläche geſehen.

b. Mehrere derſelben vereinigt.

1. Querdurchſchnitt vom Fiſchbein, worauf die Plättchen ſichtbar ſind.
2. Umgeſchlagene Oberfläche.

Fig. 110. Epithelium von einem ſchwarzen Kopfhaar, drei Stunden lang in einer geſättigten Auflöſung von Kali, die mit $\frac{1}{4}$ Waſſer verdünnt war, aufbewahrt (410mal).

1. Abgehendes Epithelium.
2. Rand vom eigentlichen Gewebe der Haare (nur angedeutet).

Fig. 111. Epithelium von einem ſchwarzen Barthaar, $2\frac{1}{2}$ Stunden in conc. Schwefelſäure aufbewahrt (410mal).

a. Durch Reiben von dem Haar iſolirte Lamellen.

1. Grenzen (Querſtreifen der Haare) der beſonderen Epitheliumplättchen, woraus die Lamellen beſtehen.

b. Durch weiteres Reiben iſolirte Epitheliumplättchen.

Fig. 112. Eigenes Gewebe der Haare (ſogenannte Corticalſchicht), von ſchwarzen Kopfhaaren erhalten, 4 Stunden in ſtarker Schwefelſäure aufgehoben (410mal).

a. Secundäre Haarbündel durch Drücken und Reiben iſolirt.

b. Durch weiteres Reiben iſolirte Haarfäſerchen.

c. Idem Haarplättchen.

Fig. 113. Mark der Haare, 24 Stunden in ſtarkem Kali aufbewahrt und Waſſer hinzugefügt, wobei das eigen-

thümliche Gewebe weggeschwemmt wird; ohne Deckgläschen gesehen (410mal).

a. Mark von schwarzem Kopfhaar.

b. 1. Idem von schwarzem Barthaar.

2. Kleine Moleküle (Pigmentmassen?).

Fig. 114. Querdurchschnitte von Schildpatt, 24 Stunden in Kali aufgehoben, und dann Wasser hinzugefügt (410mal).

Fig. 115. Idem, 48 Stunden lang in Kali aufbewahrt und dann Wasser hinzugefügt (410mal).

Fig. 116 Bindegewebe zwischen den Schenkelmuskeln von einem ausgewachsenen Menschen (410mal).

a. Vereinigte Bündel.

1. Ein umgeschlagenes Bündel.

b. Ein isolirtes Bündel mit deutlichen Primitivfasern.

Fig. 117. Elastische Fasern (Kernfasern) von demselben, nach 4stündiger Einwirkung von Kali und Wasserzusatz übriggeblieben, wobei die fadenförmigen Fasern (leimgebenden Fasern) aufgelöst werden (410mal).

Fig. 118. Bindegewebe unter der Fascia lata, 5 Stunden in starker Kalilauge aufbewahrt (410mal).

1. Scheinbare Oeffnungen, mit einem körnigen Inhalte gefüllt.

2. Fasern, die jene einschließen.

Fig. 119. Elastische Faser von der Haut des Schenkels von einem ausgewachsenen Menschen, 4 Stunden in verdünnter Essigsäure aufbewahrt (410mal).

a. Oberflächliche (in der Nähe der Oberhaut genommene) mit dünnen Fasern.

b. Der mittlere Theil (fehlt).

c. Der unterste Theil, mit dickeren Fasern, die nach außen allmälig dünner werden.

Fig. 120. Querdurchschnitt der getrockneten Sehne des M. semitendinosus, nach Hinzufügung von Wasser (50mal).

1. Secundäre Bündel.

2. Loses Bindegewebe zwischen den secundären Bündeln.

3. Durchschnitte von einem Blutgefäß in demselben.

4. Fettgewebe in denselben.

Fig. 121. Längsdurchschnitte von derselben Sehne, nach Hinzufügung von verdünnter Essigsäure (410mal).

1. Parallel verlaufende Bündel, ganz gallertartig geworden.

2. Elastische Fasern (Kernfasern).

Fig. 122. Idem, nach Hinzufügen von Essigsäure zu einem

dickeren Querdurchschnitt erhalten, wodurch die Bündel sich umlegen (410mal).
1. Parallel verlaufende Primärbündel, gallertartig geworden.
2. Elastische Fasern.

Fig. 123. Idem von einem dünneren Querdurchschnitt erhalten (410mal).
1. Parallele gelatinöse Sehnenbündel.
2. Kernfasern.

Fig. 124. 1. Ein primäres Sehnenbündel von derselben Sehne im frischen Zustande (410mal).
2. Mit Nadeln isolirte Primitivfasern.

Fig. 125. Primitivfasern vom Ligament. sacrotuberosum, 50 Stunden in einer gesättigten Auflösung von Kali ohne Zufügung von Wasser (410mal).

Fig. 126. Längsdurchschnitt von dem mit Essigsäure gekochten Nackenbande einer Kuh (410mal).

Fig. 127. Eine einzelne Faser von dem frischen Nackenbande (410mal).

Fig. 128. Fasern vom Nackenbande, 24 Stunden in Kali aufbewahrt und dann Wasser hinzugefügt (410mal).

Fig. 129. Querschnitte von dem getrockneten Nackenbande mit starker Essigsäure behandelt (410mal).

Fig. 130. Fasern des Nackenbandes, mehrere Tage in Kali aufbewahrt und dann Wasser hinzugefügt.

Fig. 131. Gelbe Bänder von einem Menschen, getrocknet (410mal).
a. Durchschnitte der Oberfläche parallel, mit Essigsäure behandelt.
1. Elastische Fasern.
2. Gallertartig aufgequollene leimgebende Fasern.
b. Querdurchschnitte mit Essigsäure behandelt.
1. Elastische Fasern.
2. Leimgebende Fasern, gallertartig geworden.

Fig. 132. Fasern aus dem Stimmbande mit Essigsäure behandelt (420mal).

Fig. 133. Rippenknorpel von einem 22jährigen Individuum. Querdurchschnitt in der Nähe der Oberfläche (120mal).
1. Etwas entfernter von der Oberfläche.
2. An der Oberfläche vom Knorpel.
3. Intercellularsubstanz.
4. Knorpelkörperchen.

Fig. 134. Idem, aus der Nähe des Centrums (120mal).
1. Knorpelkörperchen mit zwei Zellen.

2. Knorpelkörperchen mit zwei bis vier Zellen in einer Reihe.
3. Körnige Intercellularsubstanz.
4. Faserige Intercellularsubstanz aus dem asbestartigen Ringe.
5. Fettkügelchen in der Intercellularsubstanz.

Fig. 135. Idem (410mal).
a. Sehr schmale Knorpelkörperchen in der Nähe des Knorpels.
b. Ein mehr rundliches Knorpelkörperchen aus dem Knorpel eines andern Körpers.
1. Ein Kern ohne Zelle im Knorpel.
2. Zellen mit Kernen.
3. Kerne, zum Theil in Fett übergegangen.
c. Knorpelkörperchen mit sehr viel Fett versehen.
1. Ein besonderes Fettbläschen im Knorpel, nicht in eine Zelle eingeschlossen.
2. Sehr große Fettkörper in Zellen.
3. Körnige Intercellularsubstanz.
d. Idem (aus dem asbestartigen Ringe), durch wiederholtes Ausziehen mit Aether vom Fett befreit (410mal).
1. Zellen.
2. Bälge der Fettkörperchen.
3. Fasern aus dem asbestartigen Ringe.

Fig. 136. Drei Querdurchschnitte von Rippenknorpeln (natürliche Größe).
a. Oberfläche vom Knorpel.
b. Querdurchschnitt.
1. Weiche concentrische Lage von asbestartigem Ansehen.

Fig. 137. Knorpelkörperchen in Schwefelsäure schwimmend, durch einen feinen Schnitt aus dem Rippenknorpel erhalten, 6 Stunden in starker Schwefelsäure aufbewahrt (410mal).

Fig. 138. Wirbelzwischenknorpel von einem Erwachsenen.
a. Das feste Gewebe, mit Nadeln fein zertheilt.
b. Das zarte Centralgewebe.

Fig. 139. Der zarte centrale Theil von dem Wirbelzwischenknorpel einer ausgewachsenen Frucht, nach Hinzufügung von Wasser (410mal).
a. Gruppen von Zellen mit Kernen und Kernkörperchen in jeder Zelle.
1. Ein besonderer Kern.
b. Structurloses Blastem zwischen den Gruppen.

Fig. 140. Feine schiefe Schnitte (in der Richtung der Fasern)

von dem getrockneten Wirbelzwiſchenknorpel eines Erwachſenen (410mal).

1. Knorpelfaſern.
2. Eine langgeſtreckte Zelle.
3. Ein verlängerter Kern.
4. Eine Kernfaſer.

Fig. 141. Querdurchſchnitt vom getrockneten Ohrknorpel mit der innerſten Schicht der Haut, mit verdünnter Eſſigſäure behandelt (120mal).

1. Elaſtiſche Hautfaſern.
2. Uebergang zwiſchen Haut und Knorpel, mit Kernen zwiſchen den elaſtiſchen Faſern.
3. Elaſtiſche Knorpelgewebe.
4. Elaſtiſche Faſern zwiſchen den Knorpelkörpern.
5. Knochenkörperchen in den dünneren Theilen der Durchſchnitte.
6. Durch elaſtiſche Faſern bedeckte Knorpelkörperchen.

Fig. 142. Querſchnitte vom getrockneten elaſtiſchen Ohrknorpel (410mal).

1. Elaſtiſche Faſern.
2. Knorpelkörperchen mit Zellen und Kernen.
3. Fettkörperchen.

Fig. 143. Querſchnitt vom getrockneten Ohrknorpel, 5 Stunden in ſtarker Kalilauge aufgehoben und reichlich mit Waſſer verſehen (410mal).

1. Offene Räume, wo ſich die Knorpelzellen, die aufgelöſt ſind, befanden.
2. Feines Netz von elaſtiſchen Faſern.

Fig. 144. Aus einer dünn geſchliffenen Platte, auf dem Querſchnitte vom Schenkelbein des Menſchen, in Terpentin liegend (410mal).

1. Knochenkörperchen.
2. Strahlen der Knochenkörperchen.

Fig. 145. Eine dünne Platte vom Pflugſcharbein des Menſchen, durch Abſchleifen erhalten und in Terpentin gelegt (410mal).

1. Große Knochenkörperchen.
2. Körnige Intercellularſubſtanz.
3. Weitere Strahlen der Knochenkörperchen, deutlich als Kanälchen zu erkennen.

Fig. 146. Querdurchſchnitte vom mit verdünnter Salzſäure behandelten Schenkelknochen des Menſchen (50mal).

1. 2. Markkanäle von der Nähe der Oberfläche von dem Knochen.
3. 4. Markkanäle tiefer im Knochen.
5. Quermarkkanäle, welche die Längskanäle unter einander verbinden.
6. Knochenplättchen, der Oberfläche parallel mit dazwischen liegenden Beinkörperchen.
7. Knochenplättchen, concentrisch um die Markkanälchen, zugleich mit Knochenkörperchen.

Fig. 147. Idem, ein Markkanal mit seinen concentrischen Knochenplättchen (140mal).
1. Knochenkörperchen.
2. Knochenplättchen.
3. Markkanälchen.

Fig. 148. Idem, Längsschnitte (410mal).
1. Knochenkörperchen (Knochenhöhlungen).
2. Knochenplättchen.
3. Körperchen (Kerne) in den Knochenhöhlungen.

Fig. 149. Idem (25mal).
1. Längsmarkkanälchen.
2. Quermarkkanälchen (zwischen den Markkanälchen sind die Knochenkanälchen und Knochenhöhlungen als kleine Pünktchen bei dieser Vergrößerung noch einigermaßen wahrnehmbar).

Fig. 150. Idem (410mal). 5½ Stunden mit starker Kalilauge behandelt und mit Wasser ausgespült.
1. Knochenhöhlungen mit Kernen.
2. Zellen mit Kernen in einer der Höhlungen.

Fig. 151. Fettzellen aus dem Gesichte eines mäßig mageren Menschen (410mal).
1. Fettzellen.
2. Körnig-faseriges Gewebe zwischen den Zellen.

Fig. 152. Fettzellen von einem Schafe (120mal), in starker Essigsäure schwimmend.

Fig. 153. Bälge der Fettzellen von einem Ferkel, durch Ausziehen mit Aether gewonnen (410mal).
1. Ein Theil von dem Balge, der frei war und worauf man die körnige Structur sehen kann.

Fig. 154. Querschnitte des M. semitendinosus mit verdünnter Essigsäure behandelt (120mal).
1. Primitivbündel, für sich gezeichnet.
2. Perimysium.

Fig. 155. Idem (410mal).

1. Primitivbündel, worin die Primitivfasern in ihren Durchschnitten sichtbar sind.
2. Kerne mit Sarcolemma.

Fig. 156. Querschnitte der Schenkelmuskeln von einem sehr mageren Frosch mit verdünnter Essigsäure behandelt (100mal).
1. Primitivbündel (für sich gezeichnet).
a. Kleinere Bündel.
2. Perimysium.
3. Durchgeschnittene Nervenzweige.

Fig. 157. Idem (410mal).
a. Kleinere Bündel.
1. Kerne im Primitivbündel.
2. Primitivfasern.
3. Muskelstoff zwischen den Primitivfasern.
4. Capillargefäß.

Fig. 158. Schiefe Längsschnitte von einem Primitivbündel eines trockenen Froschmuskels, nach Hinzufügung von Jodtinctur.
1. Dickere Seite, wo man deutliche Streifen sieht.
2. Dünnere Seite, wo man nur Körnchen sieht.

Fig. 159. Primitivbündel von den Schenkelmuskeln eines Frosches, 3 Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt (410mal).
1. Sarcolemma.
2. Kerne im Primitivbündel, bei Verschiebung des Focus gezeichnet.
3. Primitivfasern.
4. Querstreifen.

Fig. 160. *a.* Primitivbündel eines Froschmuskels, 5 Stunden lang in starkem Kali aufbewahrt (410mal).
1. Kerne.
b. Nach beginnender Einwirkung von Wasser.
1. Kerne.

Fig. 161. Idem, 24 Stunden in starkem Kali aufgehoben.
1. Primitivbündel, in viereckige Querstücke getheilt (410mal).
2. Primitivfasern (410mal).

Fig. 162. Elastische Fasern aus der tieferen Lage (von unwillkürlichen Muskelfasern) des Schlundes einer Kuh, durch 34stündige Einwirkung von Kali und Hinzufügen von Wasser erhalten, wobei die übrigen Fasern aufgelöst wurden (410mal).

Fig. 163. Elastische Fasern, zwischen den Muskelfasern zerstreut,

aus der Circularfaserhülle der Aorta des Menschen, ebenso wie vorhin erhalten (410mal).

1. Noch nicht aufgelöste feine Körnchen, von den Muskelfasern herrührend.

Fig. 164. Unwillkürliche Muskelfasern aus den Taeniis coli eines Erwachsenen (410mal).

a. Isolirte Fasern.
b. In Masse gesehen.
c. Nach Einwirkung von Essigsäure.
1. Kerne.
2. Elastische Fasern.

Fig. 165. Querschnitte der Hüllen der Aorta des Menschen, 4 Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt (30 mal)*).

1. Tunica adventitia.
2. » elastica.
3. » fibrosa circularis (elastico-muscularis).
4. » fibrosa longitudinalis.
5. » striata.

Fig. 166. Idem, Querschnitte der fibrosa circularis (120mal).

1. Elastische Platten im Durchschnitt gesehen.
2. Muskelfasern (durchscheinend geworden) und feine elastische Fasern zwischen den Platten.

Fig. 167. Idem, idem (410mal).

1. Elastische Platten, im Durchschnitt gesehen.
2. Muskelfasern (durchscheinend) und elastische, meistens querdurchgeschnittene dünnere Fasern.

Fig. 168. Idem, Netz von elastischen Fasern aus der Tunica elastica der Aorta auf die Oberfläche gesehen (410mal; den Querdurchschnitt s. 165, 2).

Fig. 169. Idem, Netz von elastischen Fasern, welches eine der äußersten elastischen Platten der Tunica fibrosa circularis der Aorta, auf die Oberfläche gesehen, darstellt (410mal; Querschnitt s. 165, 3).

Fig. 170. Gestreifte Hülle aus der frischen Carotis einer Kuh, auf die Oberfläche gesehen (410mal).

Fig. 171. Muskelfasern aus der ringweise faserigen Hülle der Aorta, von einem jungen Schafe (410 Mal).

a. Mit Wasser befeuchtet.

---

*) Die im Text beschriebene ist nur einige Augenblicke mit Essigsäure behandelt, wobei die Muskelfasern mehr sichtbar blieben. Bei längerer Aufbewahrung in Essigsäure kommt das elastische Gewebe deutlicher hervor.

1. Hervorstehende isolirte Fasern.

b. Nach Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 172. Epithelium aus der Aorta einer Kuh, durch Abschaben erhalten (410mal).

1. Epitheliumplatten.
2. Kerne mit zwei oder drei Kernkörperchen.

Fig. 173. Längsschnitte der Hülle der getrockneten Vena azygos, mit Essigsäure behandelt (410mal).

(Dieser Durchschnitt wurde erhalten, nachdem die Ader über einem feinen Hölzchen getrocknet war.)

a. Elastische Platten.

1. Aeußerste.
2. Innerste.

b. Gallertartig gewordenes Bindegewebe.

1. Aeußerste Lagen.
2. Innerste Lagen.

Fig. 174. Querschnitte von dem innersten Theile der Hülle von der getrockneten Vena jugularis der Kuh (120mal).

a. Elastische Platten.

1. Mehr nach außen liegende Platten.
2. Mehr nach innen liegende Platten.

b. Gelatinös gewordenes Bindegewebe.

1. Innere Lagen.
2. Aeußere Lagen.

Fig. 175. Idem, ein kleiner Theil des Querdurchschnittes von einer der äußersten elastischen Platten der Vena jugularis (410mal). (Man vergl. Fig. 171. *a.* 1.)

Fig. 176. Elastische Platten der Vena jugularis der Kuh, auf die Oberfläche gesehen, durch etwas dickere Querschnitte, die vier Stunden in starker Essigsäure gelegen und zwischen zwei Glasplatten gedrückt wurden, erhalten, wobei die querdurchgeschnittenen Platten sich umlegen (410mal).

a. Die äußersten Platten.

b. Mehr nach innen liegende.

c. Noch mehr nach innen liegende.

1. Oeffnungen.

d. Aus der Nähe der gestreiften Hülle.

1. Oeffnungen.

Fig. 177. Bindegewebe zwischen den elastischen Platten, aus der frischen Vena jugularis genommen (410mal).

Fig. 178. Eine Platte von der gestreiften Hülle der Vena subclavia einer Kuh, 16 Stunden in Kali aufbe-

wahrt und Wasser hinzugefügt, wodurch sie sich von der übrigen Wand der Ader abscheidet (410mal).

1. Eine Oeffnung.

Fig. 179. Querschnitte von dem trockenen Nervus ischiadicus des Menschen, mit verdünnter Essigsäure behandelt.

1. Secundäre Bündel.
2. Bindegewebe.
3. Fettgewebe in demselben.
4. Scheide um jedes secundäre Bündel (eigentliches Neurilem).
5. Eine Oeffnung, woraus ein secundäres Bündel ausgefallen ist.

Fig. 180. Idem, eins der kleinsten secundären Bündel (120mal).

1. Scheide des Bündels.
2. Primitivbündel mit ihren Primitivfasern.
3. Durchscheinende Streifen, wodurch diese von einander getrennt sind.

Fig. 181. Einzelne Primitivfasern, quer durchgeschnitten (410mal).

Fig. 182. *a.* Nervenfasern aus dem 10ten Rückenmarksnerv von einem Frosche, zwei Tage alt (410mal).

b. Zwei nahe an einander liegende Fasern, mit körnigem Inhalte.

1. Cylinderaxe, frei hervorstehend.
2. Eine Faser mit mehr gleichartigem Inhalt.

Fig. 183. Frische Nervenfasern von den Rückenmarksnerven eines Frosches, ½ Stunde in starker Kalilauge aufbewahrt (410mal).

Fig. 184. Idem, eine Stunde lang in starker Essigsäure aufbewahrt.

1. Spiralförmig gedrehte Cylinderaxe.

Fig. 185. Idem. 24 Stunden in starker Kalilauge aufbewahrt und mit Wasser behandelt, wobei allein Fett und Seifenkügelchen übrig bleiben.

Fig. 186. *a.* Nervenfasern von dem 10ten Rückenmarksnerv eines Frosches, zwei Tage alt, mit Aether ausgezogen (410mal).

b. Idem, zwei Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt.

Fig. 187. Fasern vom Nerv. sympathicus aus dem Verbindungszweige des hintersten Rückenmarksnerven eines Frosches (410mal).

a. In frischem Zustande.

b. Nach einer einstündigen Behandlung mit starkem Kali.

c. Nach einer einſtündigen Behandlung mit Eſſigſäure.

Fig. 188. Querſchnitte vom Nerv. splanchnicus vom Menſchen (25mal), mit ſchwacher Eſſigſäure behandelt.
1. Secundäre Nervenbündel.
2. Bindegewebe.
3. Scheide von einem ſecundären Bündel.
4. Durchſchnitte von mit Blut gefüllten Gefäßen.
5. Fettgewebe.

Fig. 189. Idem, eins der kleinen ſecundären Bündel, mit Eſſigſäure behandelt (120mal).
1. Scheiden der primären Bündel.
2. Scheide vom ſecundären Bündel.

189. Idem, ein Theil eines primären Bündels (410mal).
1. Hüllen der Primitivfaſern, mit ſchwacher Eſſigſäure behandelt.
2. Inhalt der Primitivfaſern.
3. Dickere Nervenfaſern.
4. Scheide eines ſecundären Bündels.
5. Scheide des primären Bündels.

Fig. 190. Nervenfaſern aus der weißen Subſtanz des Hirnes einer Kuh, 72 Stunden alt (410mal).
a. Dünne Nervenfaſern, von der äußerſten Lage vom Cornu Ammonis.
b. Nervenfaſern aus den Hemiſphären.
1. Eine dickere Faſer.
c. Dicke Nervenfaſer aus dem Corp. pyramidal.

Fig. 191. *a.* Globuli nucleati aus der Substantia Cortical. der Hemiſphären des Hirns einer Kuh, 24 Stunden alt (410mal).
1. Körniger Stoff zwiſchen den Globulis nucleatis.
b. Ein Globulus nucleatus, ſtärker vergrößert (930mal).

Fig. 192. *a.* Körnige Kügelchen, welche man außer den Globulis nucleatis in der grauen Subſtanz des Cornu Ammonis findet (110mal).
b. Hellere glatte Kügelchen.

Fig. 193. Globuli nucleati aus dem kleinen Gehirn einer Kuh, 24 Stunden alt (410mal).
1. Birnenartig verlängerte.
2. Sphäriſche.
3. Mit zwei Fortſätzen (Nervenfaſern?).
4. Kleinere Körperchen, zwiſchen den Globulis nucleatis vorkommend.

Fig. 194. Globuli nucleati und Nervenfaſern aus dem Gan-

glion Gasseri der Kuh, 24 Stunden alt (150mal).

1. Globuli nucleati.
2. Zelle des Globulus nucleatus.
3. Kern dieſer Zelle.
4. Scheide von dem Globulus nucleatus, die von zwei oberen Globulis nucleatis getrennt iſt.
5. Nervenfaſern.

Fig. 195. Globulus nucleatus aus dem Ganglion Gasseri der Kuh, mit ſtarker Eſſigſäure behandelt (410mal).

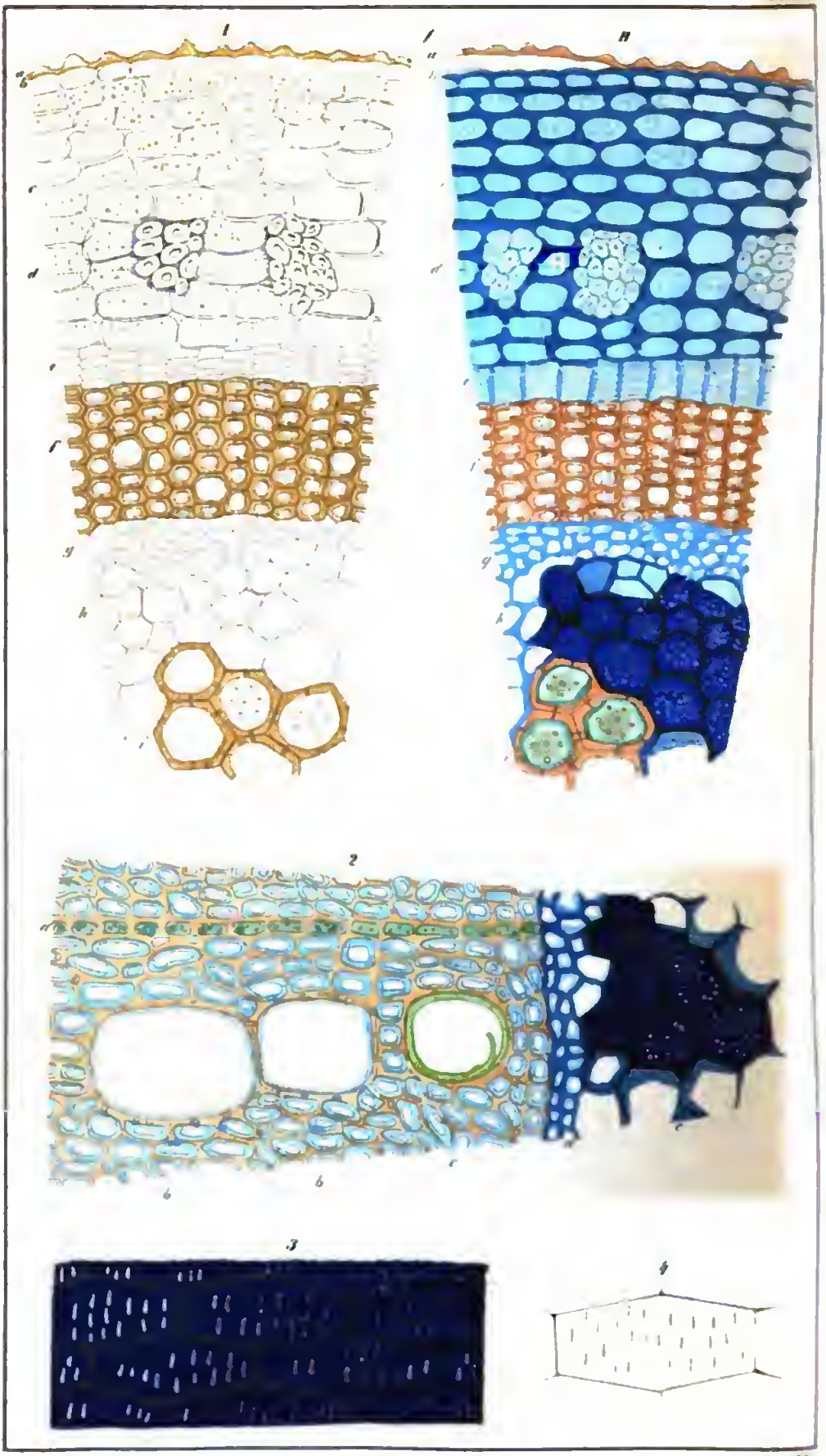
1. Scheide.
2. Inhalt von cellularem Anſehen.
3. Zelle in dem Globulus nucleatus, durch ein beſonderes Häutchen eingeſchloſſen und mit hellerem Inhalt.
4. Kern dieſer Zelle.

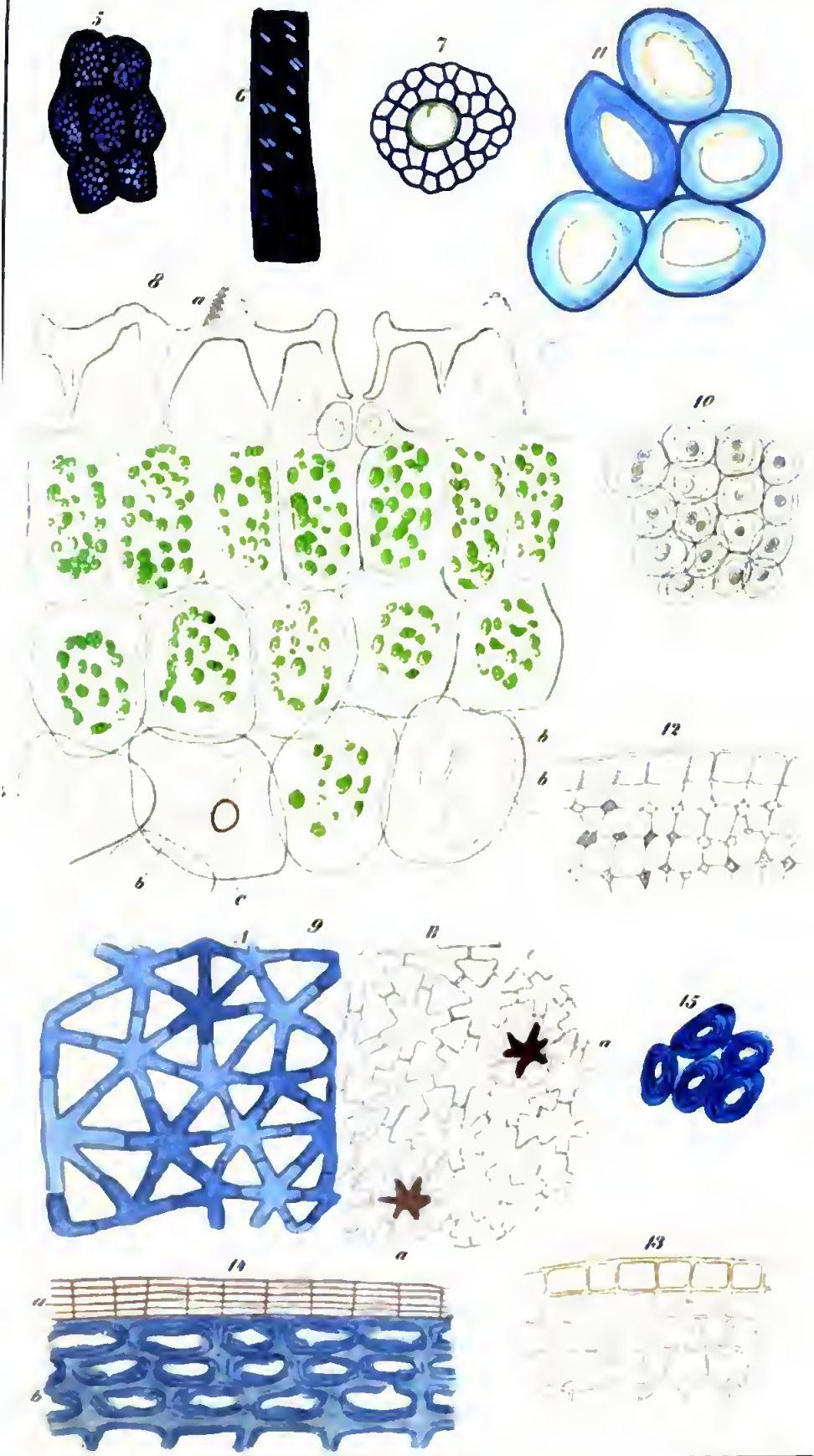
Fig. 196. Globulus nucleatus aus dem Ganglion Gasseri der Kuh (150mal).

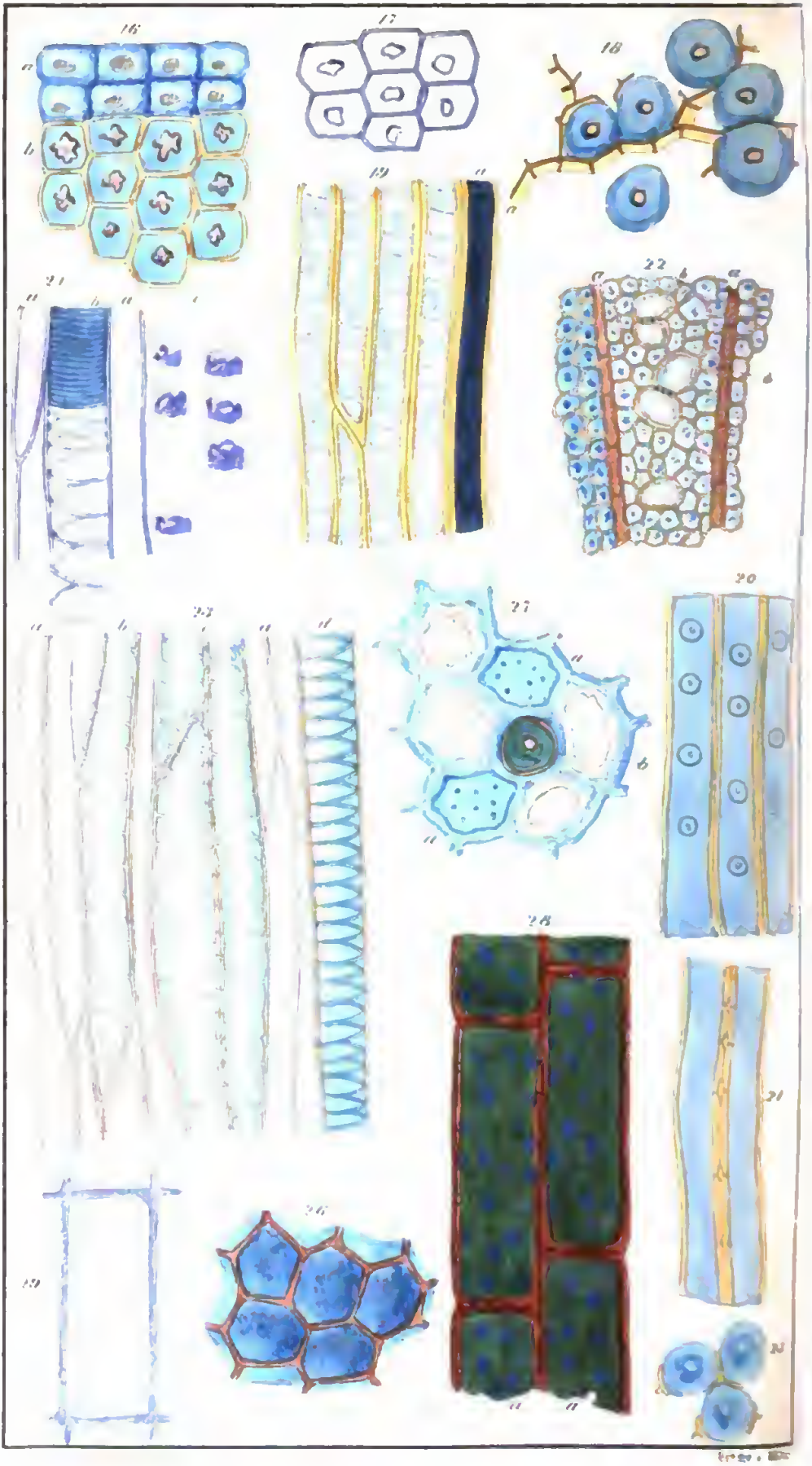
1. Eine hierauf liegende geſchlungene Nervenfaſer.
2. Scheide.
3. Ein Theil der Oberfläche, von der Scheide befreit.

Fig. 197. Querdurchſchnitt eines Globulus nucleatus in ſeinem größten Durchmeſſer aus einem getrockneten Ganglion Gasseri der Kuh, nach Hinzufügung von Waſſer und verdünnter Eſſigſäure (410mal).

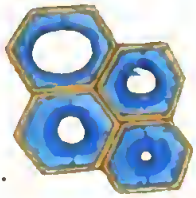
1. Scheide, ſcharf begrenzt.
2. Zelle, im Globulus nucleatus eingeſchloſſen. (Dieſe erſcheint nicht durchgeſchnitten, ſie liegt ſehr oberflächlich.)


I
II
2
3
4


5
6
7
11
8
a
10
b
b
12
b
c
9
A
B
a
15
a
14
a
b
13

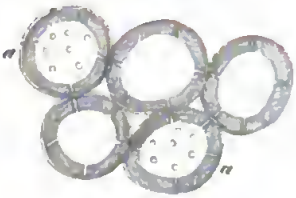

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

30

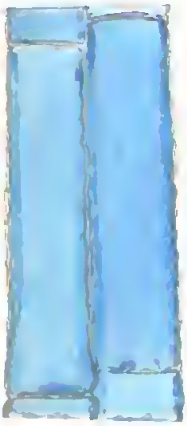

31

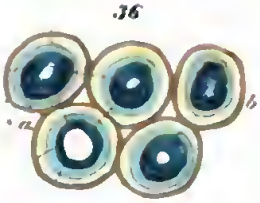
32

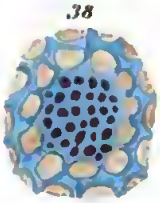
33


35
a
a

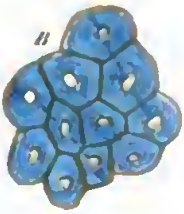
37

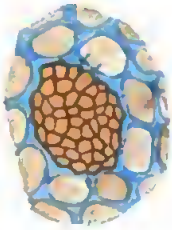

34

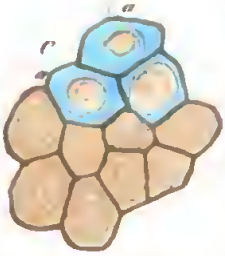

36
a
b

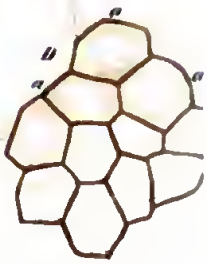

38

A

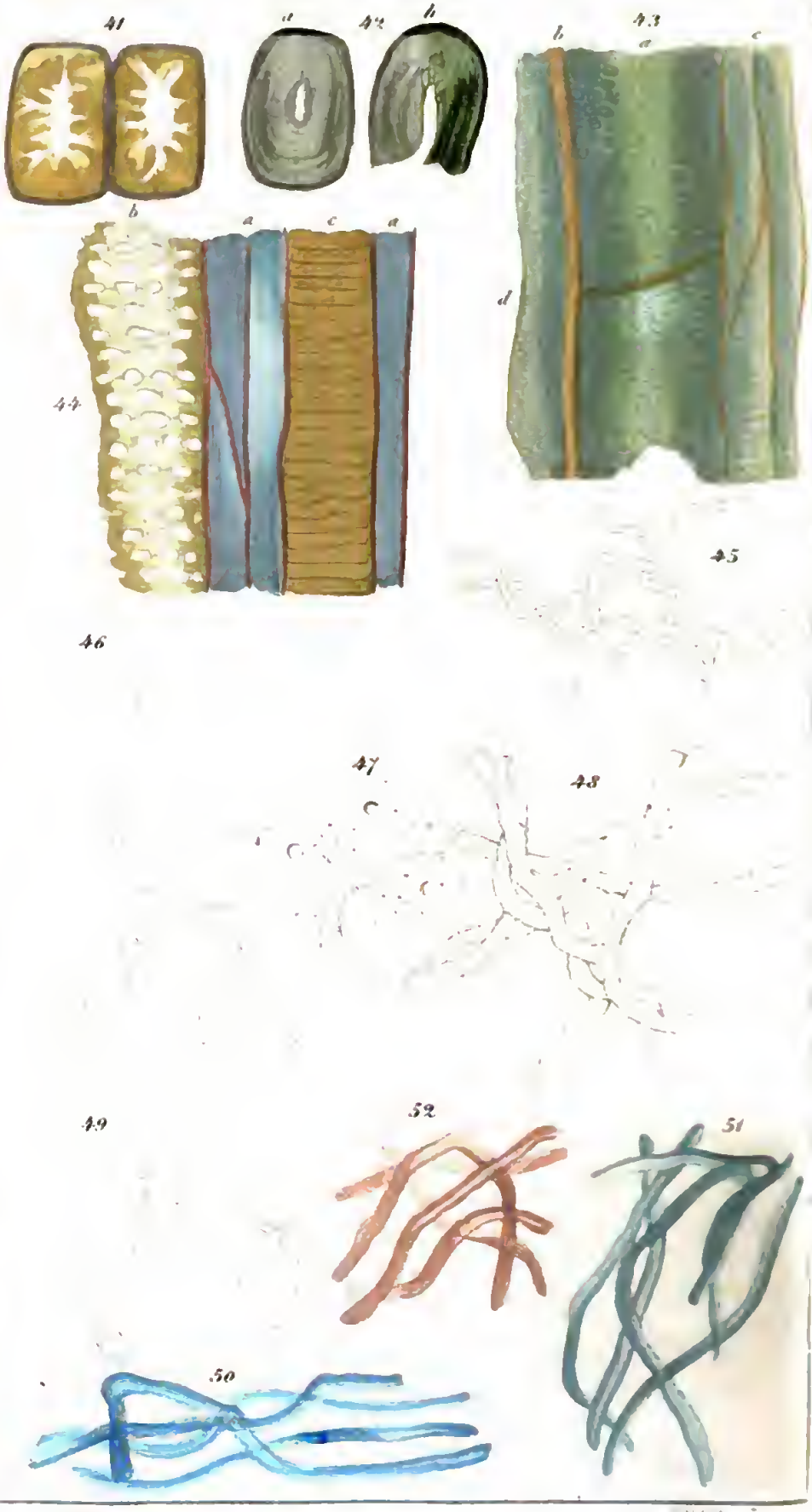

B

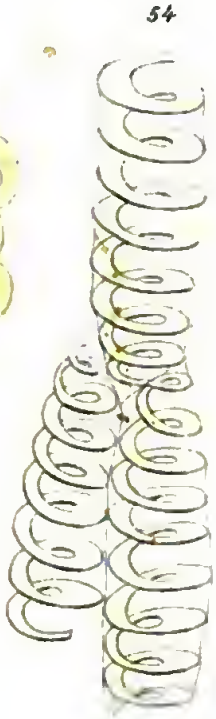

39

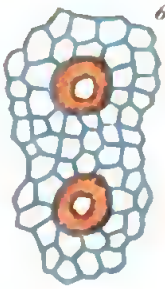

C
a


40
D
a
a

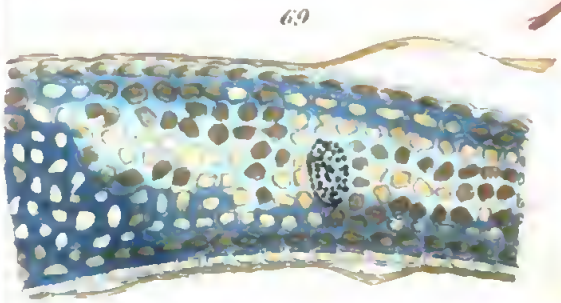
Digitized by Google

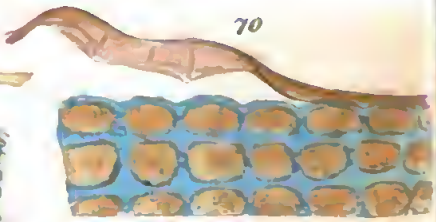

41
42
a
b
43
b
a
c
d
44
b
a
c
a
45
46
47
48
49
52
51
50

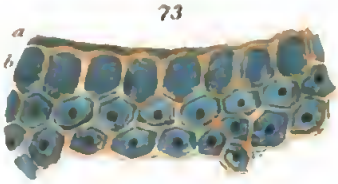




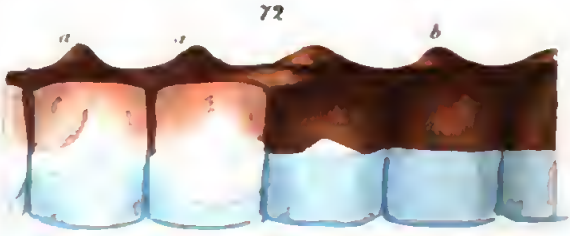
Digitized by Google



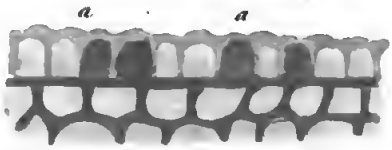




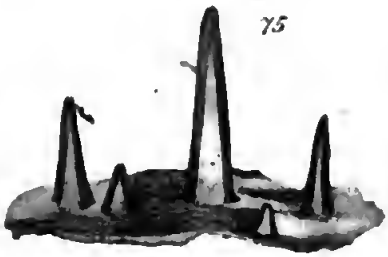
71



74



75

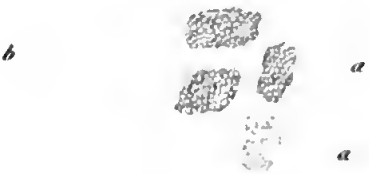


76

77

78

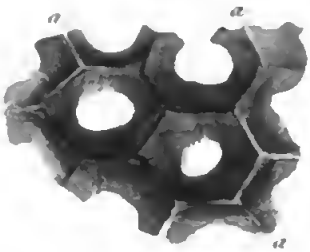
79



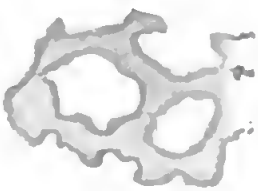
80

81

82

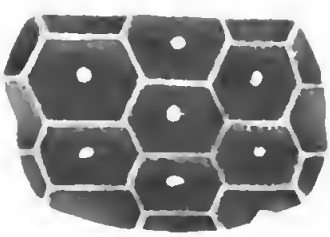


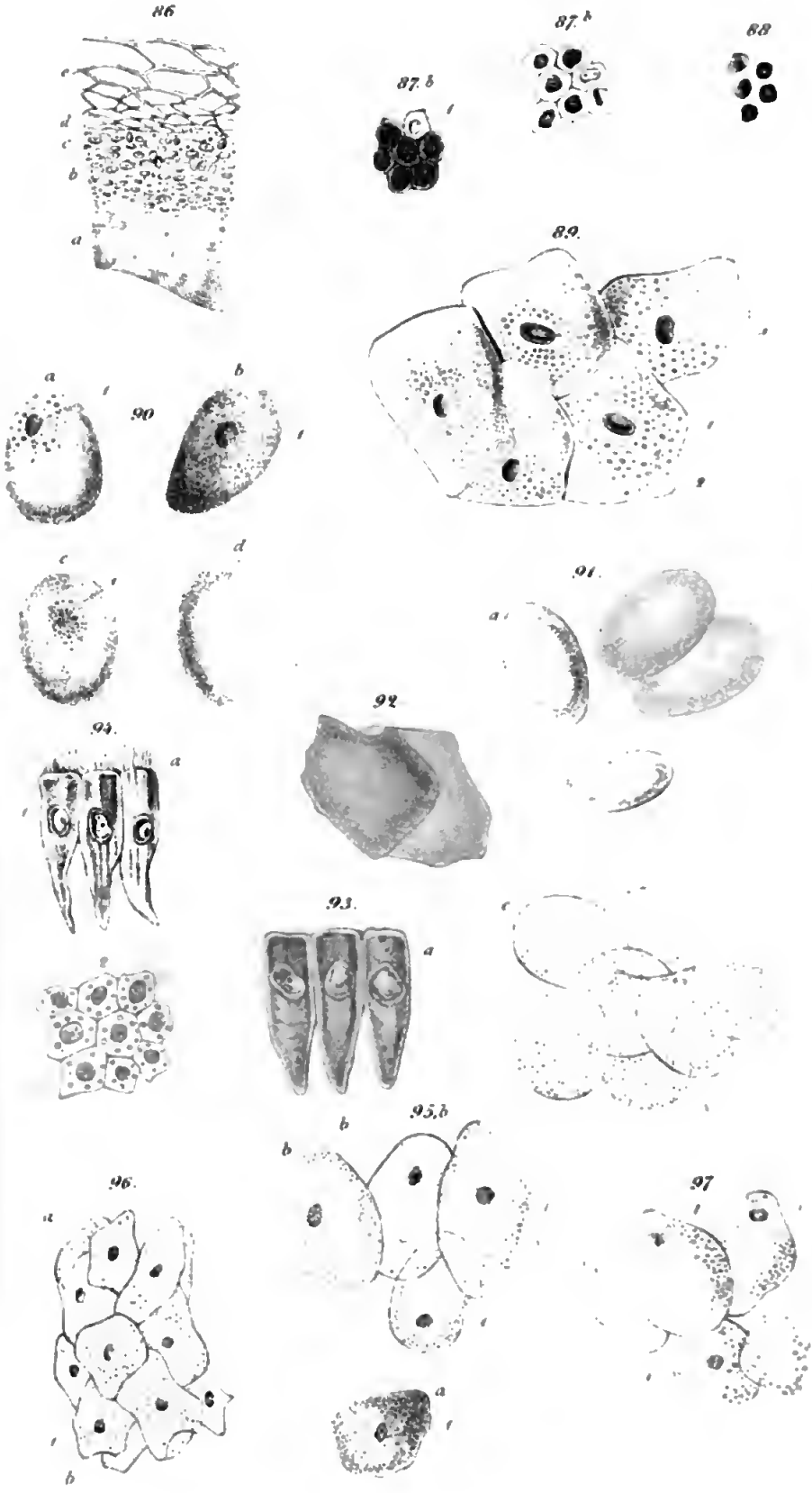
83



84

85




86.
87. b
88
87. b
89.
90
91.
92
94.
93.
95. b
96.
97

98

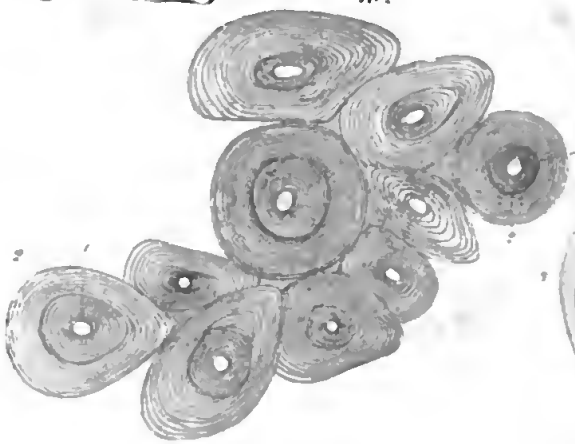
99.

100.a.

100.b.

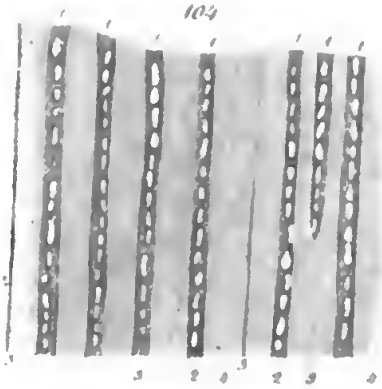
101

102

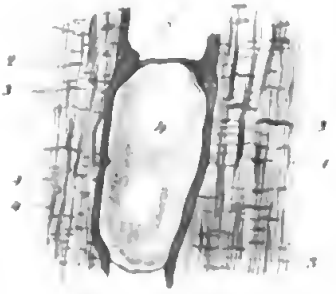


103.

104

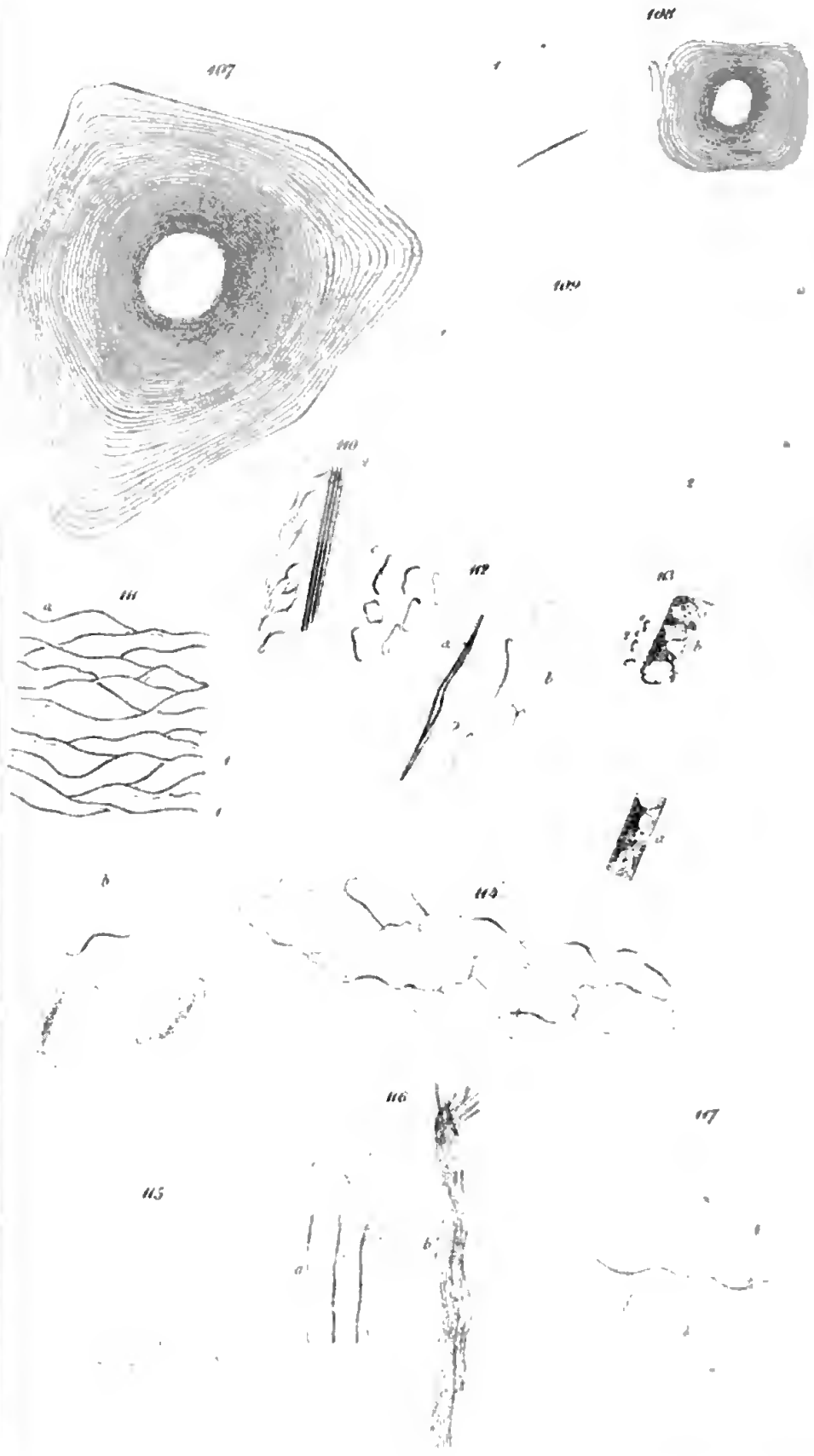


105.



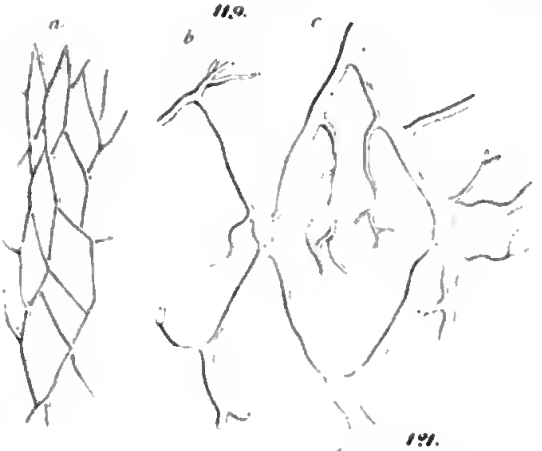
106.a.

106.b.

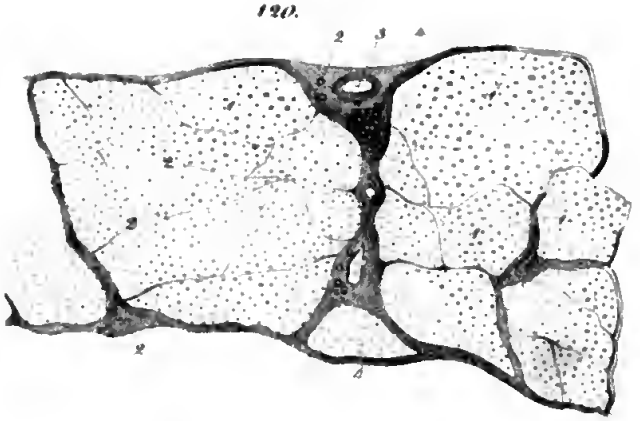

108
107
109
110
112
111
113
114
116
117
115

118.

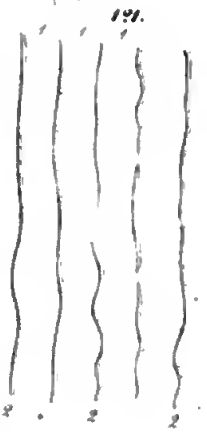
119.



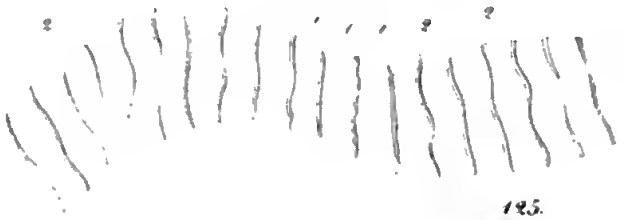
120.



121.



122.

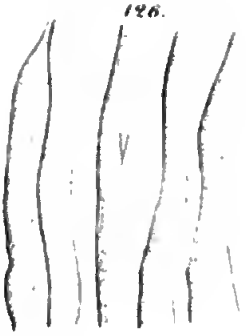


123.

124.

125.

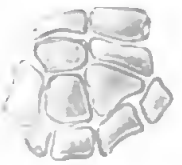
126.



127.

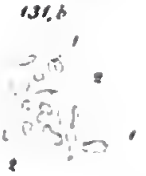
128

129.



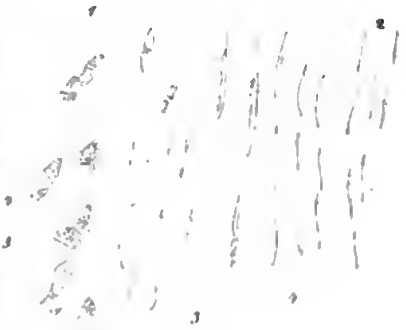
130

131, b



132

133.

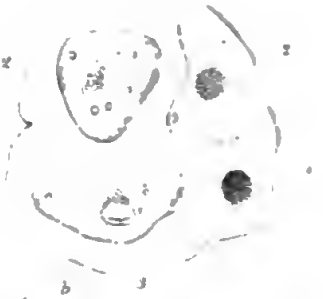


131, a.

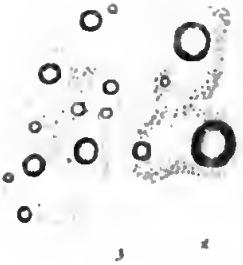
134.

135, a.

135 b



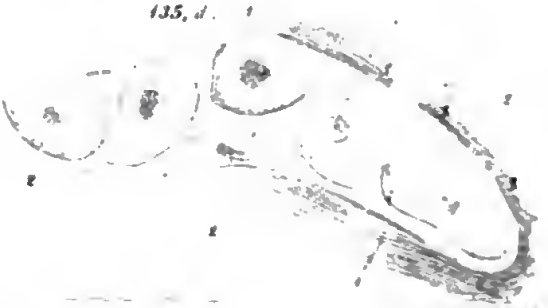
135, c.

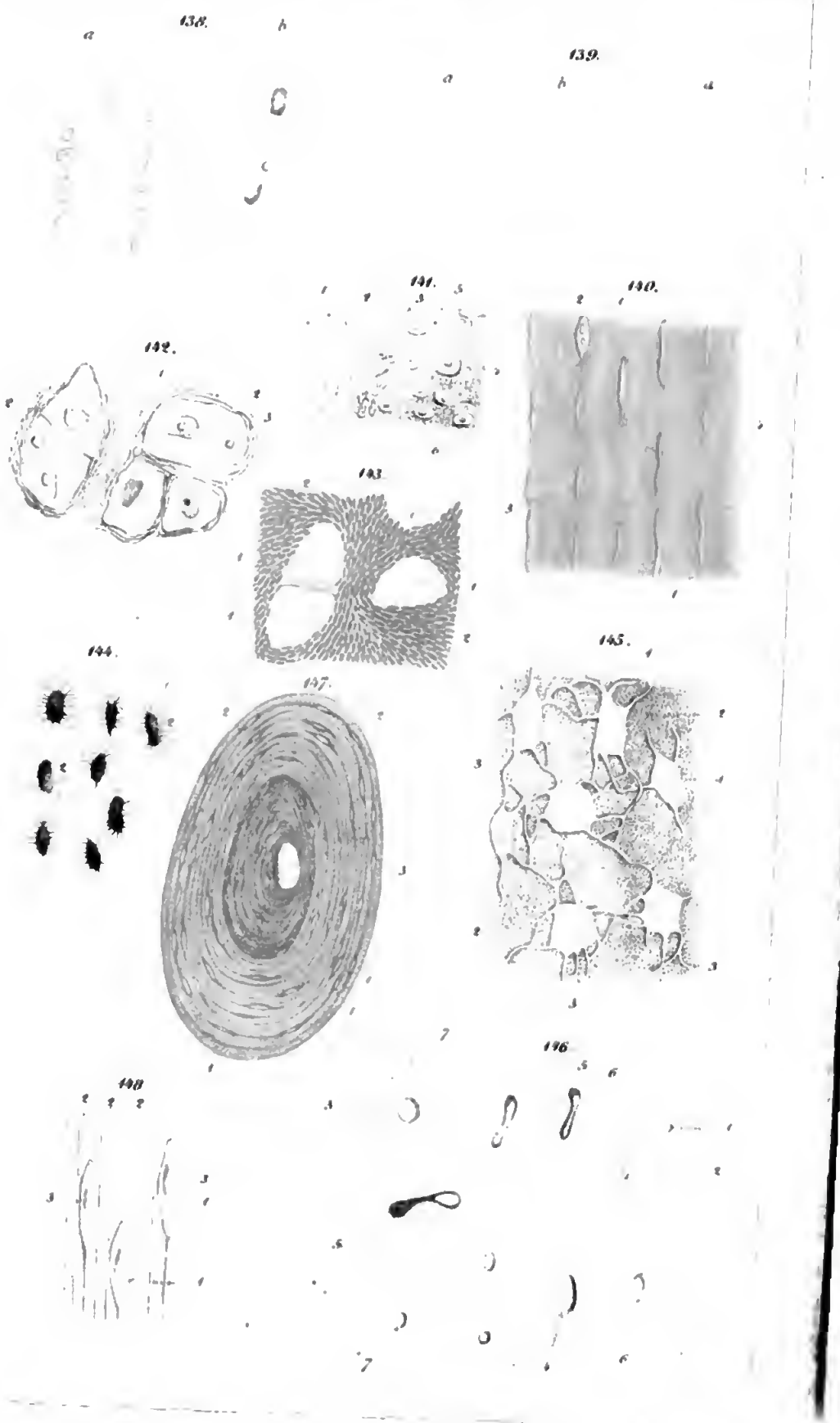


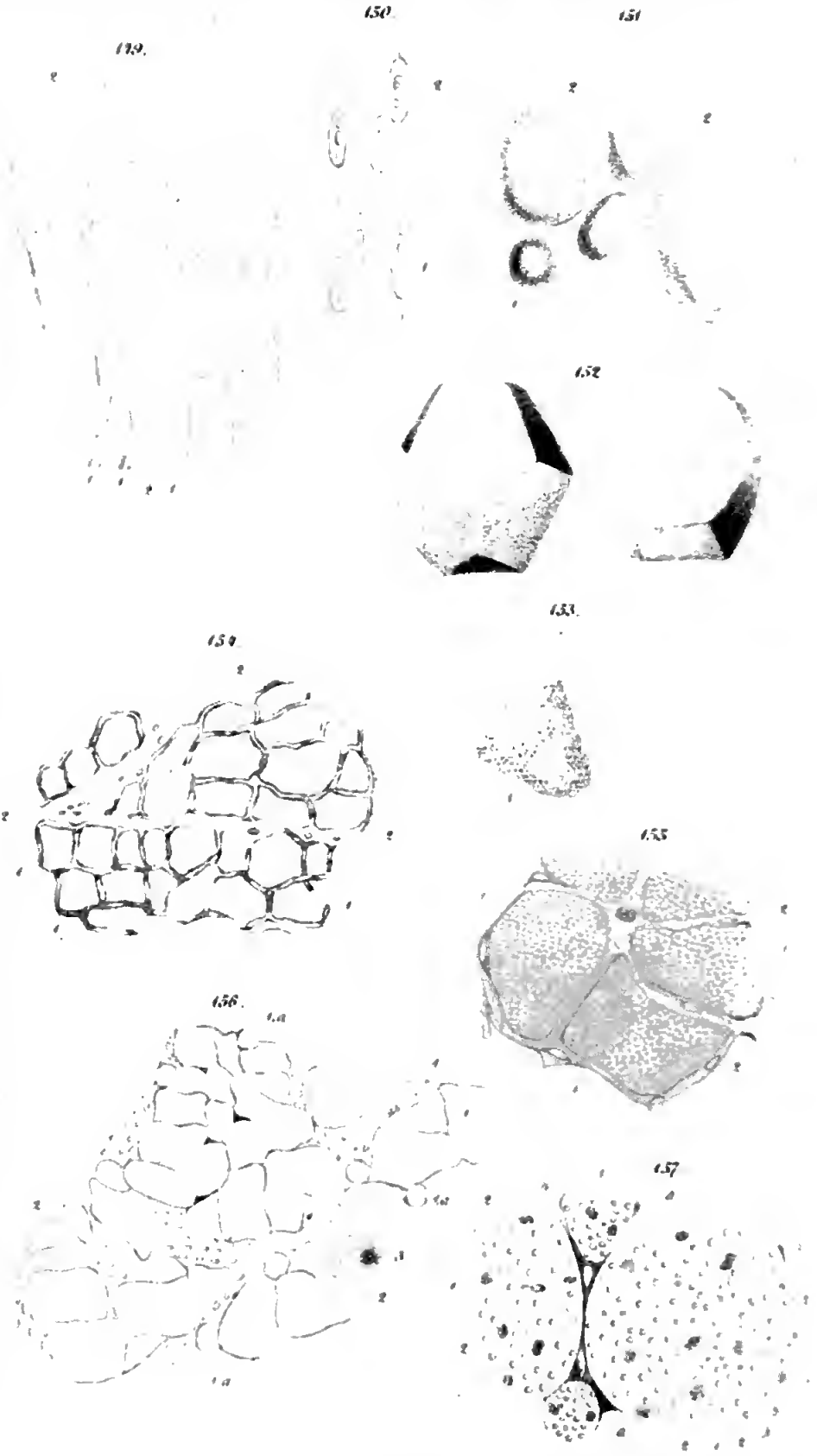
136

137.

135, d.




138.
139.
140.
141.
142.
143.
144.
145.
146.
147.
148.


149.
150.
151.
152.
153.
154.
155.
156.
157.

158

159.

160.

161

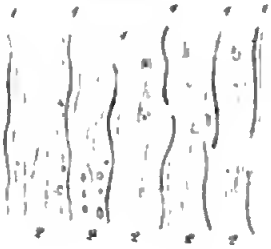
162.

163

164

165.

166.

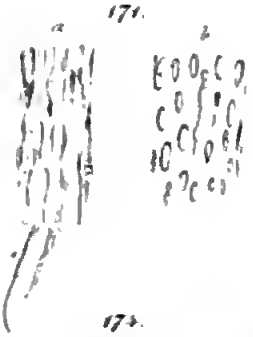


167

168.

169.

171.

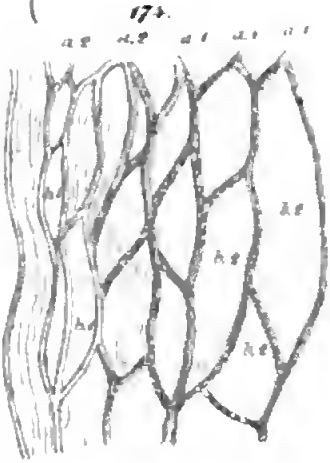


172.

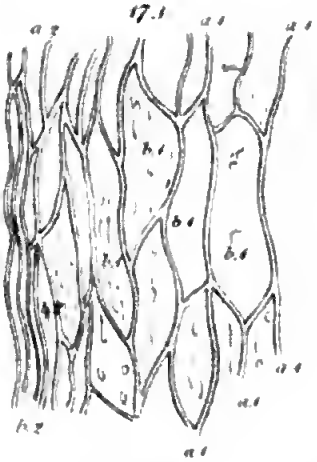
170.

178

174.



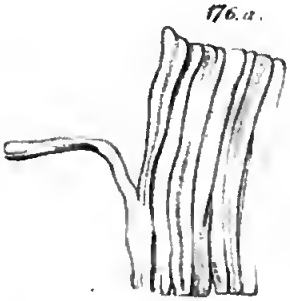
171.



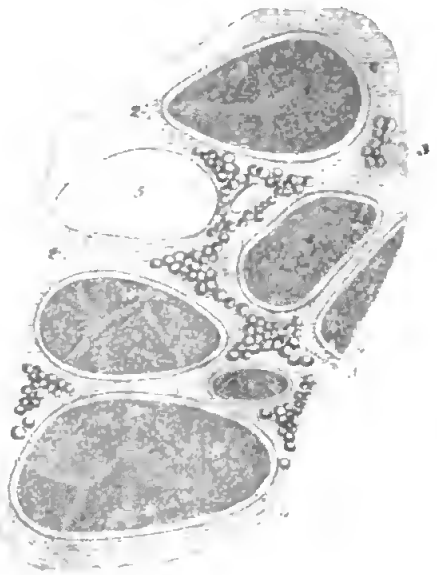
175

177

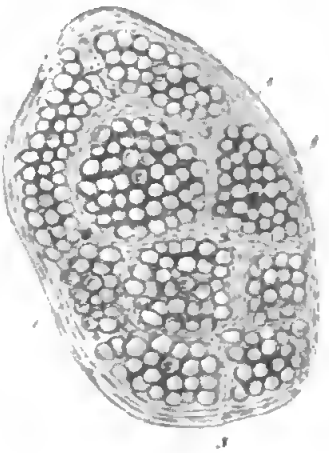
176.a.



179.

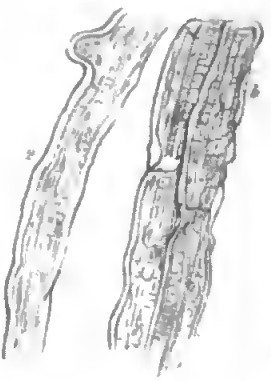


180



181.

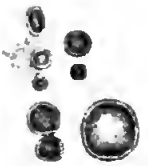
182.



183

184.

185.

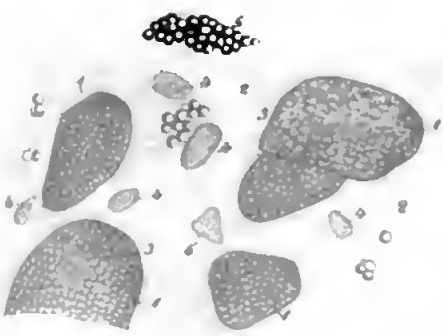


186.

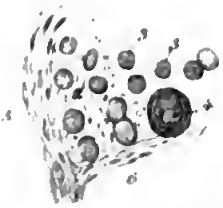
187.

188.

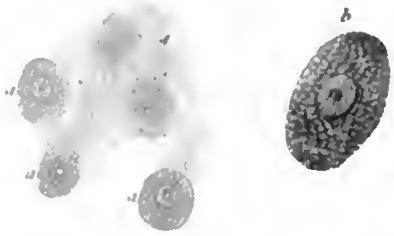
188.



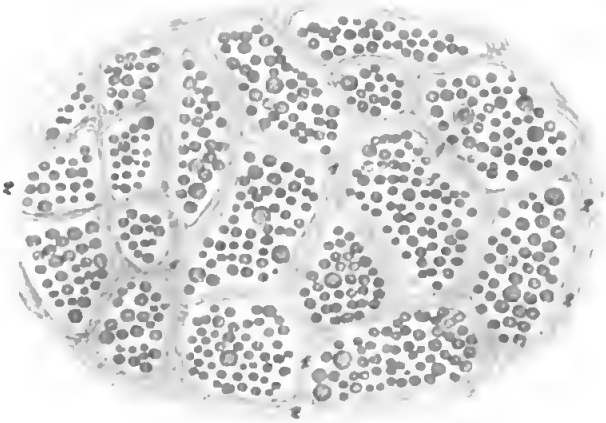
189.



190.



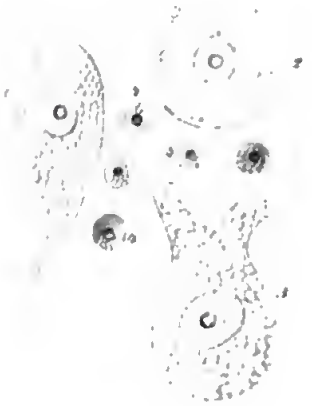
191.



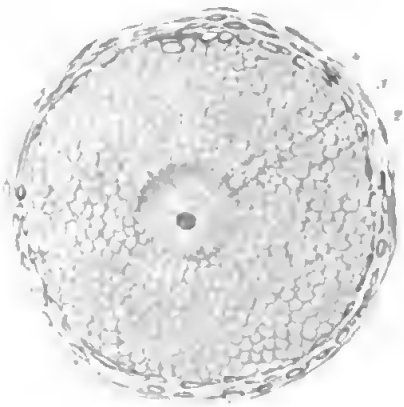
192.

193.

193.



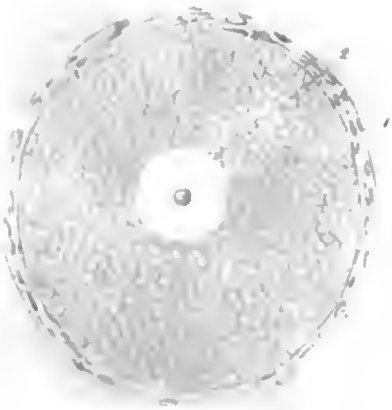
195.



194.

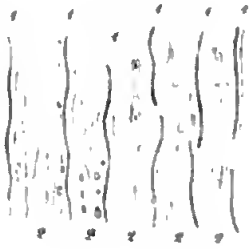
196.

197.

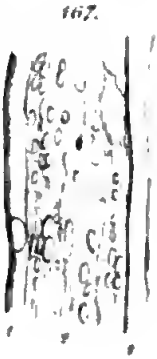


165.

166.



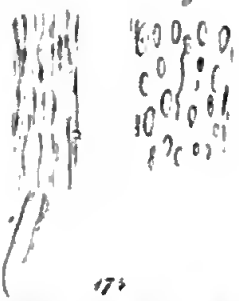
167.



168.

169.

171.

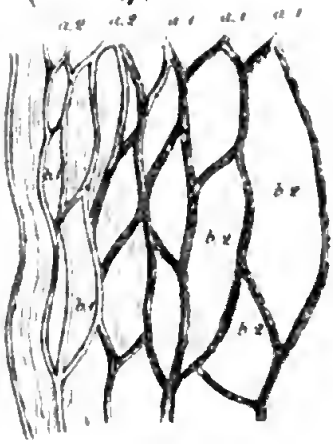


172.

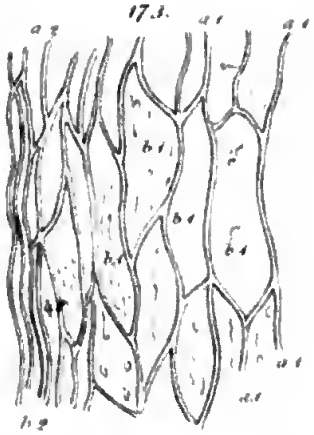
170.

178.

174.



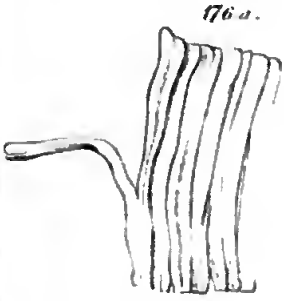
173.



175.

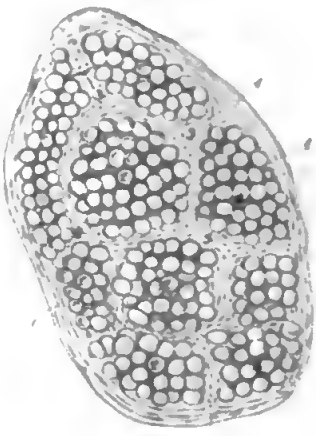
177.

176a.



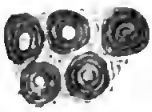
179.

180.

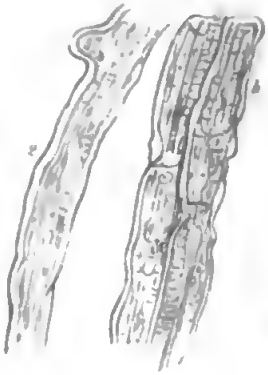


183

181.



182



184

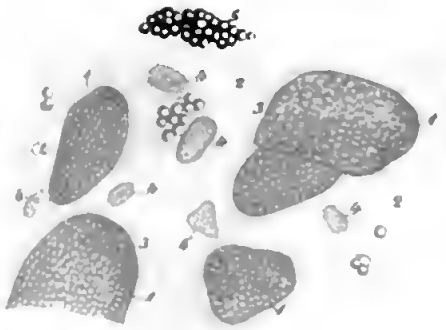
185

186 a

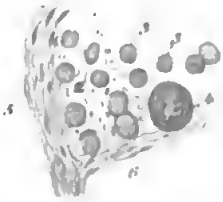
187.

186 b.

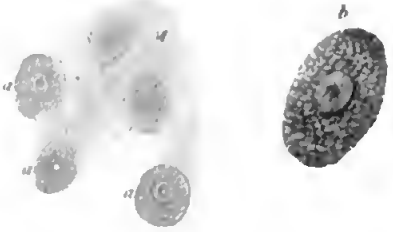
188



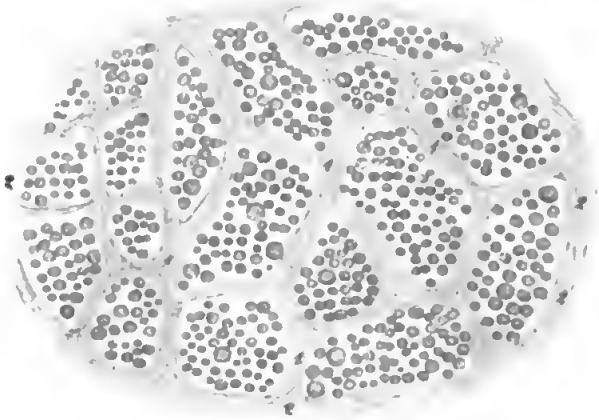
189.



191.



189 1



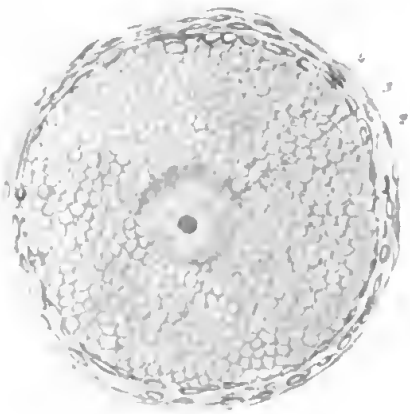
192.

190.

Digitized by Google

193.

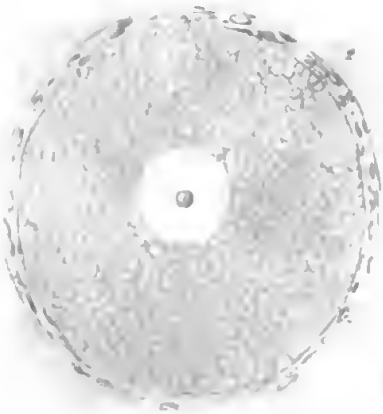
195.



194.

196

197.



DATE DUE SLIP

UNIVERSITY OF CALIFORNIA MEDICAL SCHOOL LIBRARY

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

1m-4,'29